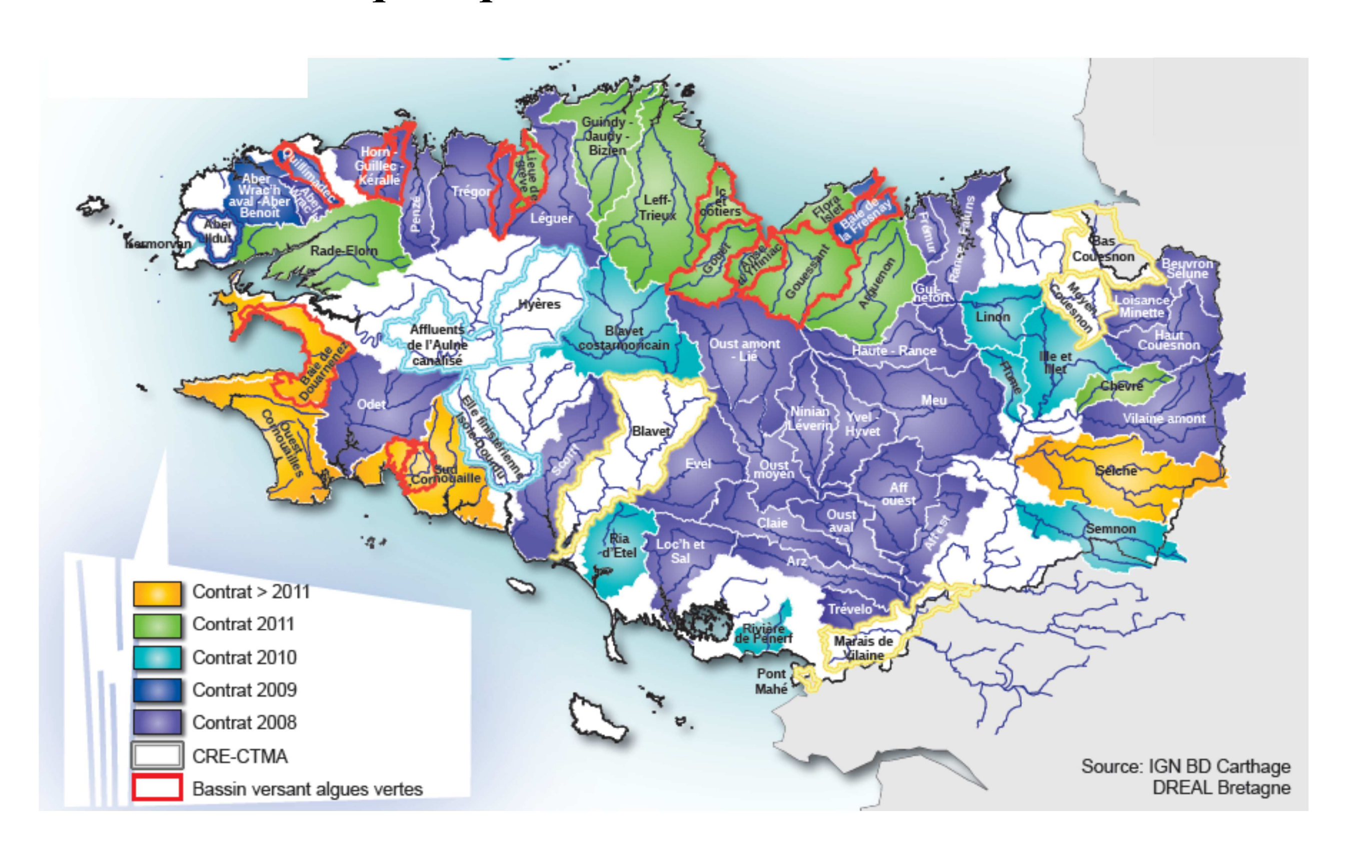




SUIVI DE LA QUALITE DES COURS D'EAU DANS LES BASSINS VERSANTS

Protocole régional du réseau de suivi de la qualité de l'eau et des milieux aquatiques dans les bassins versants bretons













Version de Avril 2015

Table des matières

Version de Avril 2015

Index des abréviations

3B1 - Disposition du SDAGE Loire Bretagne 2010-2015 concernant les plans d’eau soumis au risque d’eutrophisation
AAC - Aire d’Alimentation de Captage
AELB - Agence de l’Eau Loire Bretagne
AFNOR - Agence Française de NORmalisation
ARS - Agence Régionale de la Santé
ATBVB - Association des Techniciens de Bassins Versants Bretons
BEA - Base (de données) Bassin Evaluation Actions (outil de base de données et de valorisation des bassins versants bretons)
BV - Bassin Versant
CCTP - Cahier des Clauses Techniques Particulières
CG22 - Conseil Général des Côtes d’Armor
CG29 - Conseil Général du Finistère
CG35 - Conseil Général d’Ille-et-Vilaine
CG56 - Conseil Général du Morbihan
CLI - Chair et Liquide Intervalvaire
COD - Carbone Organique Dissout
Coefficient b_{50sup} - Variabilité de la concentration pour un paramètre donné en période de hautes eaux
COFRAC - Comité FRançais d’ACcréditation
COT - Carbone Organique Total
CPA - Commission Professionnelle Agricole
CPER - Contrat de Plan Etat Région
CQEL - Cellule de suivi de la Qualité des Eaux Littorales
CRB - Conseil Régional de Bretagne
CSEB - Conseil Scientifique de l’Environnement de Bretagne
DCE - Directive Cadre sur l’Eau
DDTM - Direction Départementale des Territoires et de la Mer
DIREN - DIrection Régionale de l’ENvironnement
DRAAF- Direction Régionale de l’Alimentation, de l’Agriculture et de la Forêt
DREAL - Direction Régionale de l’Environnement de l’Aménagement et du Logement
E.Coli - Escherichia Coli
ECOPHYTO 2018 - Plan gouvernemental de réduction de l’utilisation des produits phytosanitaires
EIL - Essai Inter-Laboratoires
FEREDEC - FÉdération RÉgionale de Défense contre les Ennemis des Cultures
GEPMO **–** Groupe d’Étude sur la Pollution des eaux par les Matières Organiques
GP5 - Grand Projet n°5 « Reconquête de la qualité de l’eau en Bretagne » du CPER 2007-2013
HYDRE - Hydrobiologie et Données Régionales sur l’Eau (base de données de la DREAL Bretagne)
I2M2 - Indice Invertébrés Multimétrique
IBD - Indice Biologique Diatomées
IBGN-DCE - Indice Biologique Global Normalisé DCE compatible
IBMR - Indice Biologique Macrophytique en Rivière
IFREMER - Institut Français de Recherche pour l’Exploitation de la Mer
IPR - Indice Poisson en Rivière
IRSTEA - Institut national de Recherche en Sciences et Technologies pour l’Environnement et l’Agriculture
LABOCEA - Laboratoire public Conseil, Expertise et Analyse en Bretagne
LD - Limite de Détection

LQ - Limite de Quantification
LS - Limite de Saturation
MA - Matière Active
MES - Matières En Suspension
N - Azote
NO_3 - Nitrate
OEB-GIPBE - Observatoire de l'Eau en Bretagne, Groupement d'Intérêt Public Bretagne Environnement
ONEMA - Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques
OSUR - base de données qualité des eaux de surface de l'Agence de l'Eau Loire Bretagne
OVPP - Observatoire des Ventes de Produits Phytosanitaires
P - Phosphore
PAOT- Plan d'Actions Opérationnel Territorialisé
PO_4 - ion phosphate (orthophosphates)
Pol(f)lux - Système expert pour l'optimisation des fréquences de suivi et de calcul des flux de polluants
Ppart - Phosphore particulaire
Ptot - Phosphore total
Q - débit (m3/s)
Q_{90} - Quantile 90 %
QUESU 2 - format SANDRE d'échange de données QUalité des Eaux SUperficielles continentales
RCO - Réseau du Contrôle Opérationnel (du programme de surveillance DCE du bassin Loire Bretagne)
RCS - Réseau du Contrôle de Surveillance (du programme de surveillance DCE du bassin Loire Bretagne)
REMI - RÉseau MIcrobiologique de l'Etat
SAGE - Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SANDRE - Service d'Administration Nationale des Données et Référentiels sur l'Eau
SDAGE - Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SIRIS - Système d'Intégration des Risques par Intéraction des Scores pour les pesticides
SMGBO - Syndicat Mixte du Grand Bassin de l'Oust
SQE-BV - Suivi Qualité des Eaux de Bassin Versant
Test ELISA - Test immuno-enzymatique Enzyme Linked ImmunSorbent Assay
TSM - Traceur de Source Microbienne
$W_{2\,\%}$ - Réactivité hydrologique d'un bassin versant en crue décrite par le pourcentage du volume d'eau s'écoulant pendant 2 % du temps par an (7 jours)

INTRODUCTION

Depuis 1996, des opérations d'animation territoriale à l'échelle de bassins hydrographiques sont menées dans le cadre de différents programmes bretons (Programmes Bretagne Eau Pure, Programme GP5 du CPER 2007-2013 « Reconquête de la qualité des eaux en Bretagne »...). Ces programmes ont mis en place un suivi spécifique de la qualité de l'eau et des milieux aquatiques sur les cours d'eau bretons en complément des réseaux de mesures existants (DCE, par exemple).

Afin d'aider les porteurs de projet à mettre en oeuvre un suivi de la qualité de l'eau à l'échelle de leur bassin, un premier document intitulé «Suivi de base de la qualité des eaux superficielles sur les bassins versants Bretagne Eau Pure » a été rédigé en 2001 par la DIREN BRETAGNE. Ce suivi a été précisé dans le cadre du GP5 par un travail complémentaire piloté par le CSEB en 2005 et 2008[1].

A l'occasion de la fin du CPER et après 7 ans de suivi de la qualité des eaux des bassins versants bretons, la DREAL a dressé un 1er bilan quant au respect de ce protocole régional sur les BV GP5 de 2007 à 2010[2]. Ce bilan a permis d'identifier des axes d'amélioration sur les modalités de prélèvements et le suivi de certains paramètres. C'est pourquoi, la coordination du GP5 (DREAL, Agence de l'eau Loire Bretagne) et l'ensemble des partenaires (conseils généraux, conseil régional de Bretagne, CSEB, INRA-Agrocampus, Université de Tours, IFREMER, ATBVB, représentants des animateurs de SAGE et BV...) ont souhaité ré-actualiser ce protocole régional et le diffuser à l'ensemble des BV et des SAGE pour 2015.

Ce travail associant scientifiques, experts et partenaires contractuels **(Annexe 1)** a permis :

- de mettre à jour les connaissances en termes de suivi de la qualité des eaux sur les différents paramètres (macropolluants, hydrobiologie, pesticides, microbiologie) ;
- de proposer des suivis de la qualité des cours d'eau adaptés aux objectifs, aux moyens et aux enjeux des territoires bretons ;
- de poser les bases d'une organisation régionale du « cycle de vie » de la donnée eau produite par les territoires bretons (depuis la définition des suivis qualité des eaux jusqu'à la bancarisation et valorisation régionale des résultats) **(Annexe 2)** .

Ce protocole vise donc à satisfaire les besoins locaux et régionaux pour mieux connaître l'évolution de la qualité de l'eau et des milieux aquatiques en Bretagne.

Il n'a pas pour objectif d'estimer l'état des masses d'eau au sens de la DCE comme cela peut être le cas pour d'autres types de suivis (RCS, RCO, suivis départementaux, suivis « patrimoniaux » des SAGE avec un objectif de complément de connaissances sur l'état DCE de masses d'eau dites « orphelines »...).

Ce protocole régional est un outil d'aide au dimensionnement d'un suivi "idéal" des cours d'eau d'un bassin versant. Le financement de ce suivi revient, en tout état de cause, à une décision de chaque financeur dont l'attribution de subvention ne peut être lié par ce document.
Il est primordial de faire évoluer régulièrement le suivi qualité des eaux, voire de le réviser, en fonction des résultats obtenus et des actions mises en œuvre avec les acteurs locaux

[1] CSEB, 2005 et 2008 - Pour la compréhension des bassins versants et le suivi de la qualité de l'eau : recueil de fiches techniques & scientifiques. Tome 1(2005) et Tome 2 (2008). 325 pages. http://www.cseb-bretagne.fr/index.php/Table/Recueil-de-fiches/

[2] http://www.bretagne.developpement-durable.gouv.fr/evaluation-du-suivi-de-la-qualite-de-l-eau-dans-a2694.html

(changement de pratiques, substitution, …). Le temps de réaction des milieux aquatiques peut être très variable et celui de la concrétisation des actions également. C'est pourquoi, dans le cadre des contrats pluriannuels de bassins versants, il est important de prévoir des suivis renforcés notamment en début et fin de contrat (années 1 et 5).

Après un rappel des principes généraux, ce document présente les propositions méthodologiques de suivi qualité des eaux par famille de paramètres (macropolluants, pesticides, hydrobiologie, microbiologie). Il précise l'organisation régionale et met à disposition différentes informations, outils (Annexes 1 à 10) et propositions de CCTP (« Volet pesticides », « Volet hydrobiologie »).

Tous les documents sont téléchargeables :
http://www.bretagne.developpement-durable.gouv.fr/protocole-regional-de-suivi-de-la-qualite-des-eaux-a2701.html

I- PRINCIPES GENERAUX

1.1 Elaboration d'un Suivi Qualité des Eaux d'un Bassin Versant (SQE-BV)

L'élaboration d'un réseau de Suivi Qualité des Eaux d'un Bassin Versant (SQE-BV) doit permettre de satisfaire les besoins suivants :

a) un rapportage régional sur les stations représentatives des principaux cours d'eau (stations « bilan ») ;

b) un suivi local adapté aux enjeux environnementaux des BV, par exemples :

* pour un bassin versant « algues vertes » :
    - augmentation de la fréquence calendaire de suivi des nitrates (calcul de flux...) ;
    - ajout de station sur des petits cours d'eau côtiers contributeurs au phénomène des marées vertes ;
* pour un bassin versant 3B1 :
    - suivi phosphore par « temps de pluie » ;
    - ajout de stations pour un suivi amont/aval d'une retenue d'eau etc.

Ces SQE-BV doivent bien sûr tenir compte des enjeux (azote, phosphore, pesticides, conchylicoles...) identifiés au niveau du bassin Loire Bretagne (état des lieux 2013 du SDAGE, masses d'eau en risque de non-atteinte des objectifs DCE 2021 etc.) **(Annexe 3)** mais, ils doivent surtout répondre aux besoins locaux (objectifs de suivi, moyens, actions, « réactivité » hydrologique du bassin versant...). C'est pourquoi un SQE-BV ne peut être dupliqué dans d'autres BV.

Le SQE-BV sera établi préférentiellement sur une année civile et devra s'articuler au mieux avec les réseaux de suivi existants :

- le programme de surveillance DCE (Contrôle de surveillance, contrôle opérationnel et additionnel, réseaux de référence pérenne),
- les réseaux départementaux des Conseils Généraux,
- les réseaux de l'ARS, des exploitants de prise d'eau (autosurveillance),
- les réseaux départementaux des CQEL[3].

Cette articulation entre le SQE-BV et les suivis existants se construira sur la base du prochain « Programme de surveillance DCE » du bassin Loire Bretagne qui sera mis en ligne par l'agence

[3] Cellule qualité des eaux Littorales des DDTM effectuant le suivi qualité annuel des estuaires bretons.

de l'eau Loire Bretagne en fin d'année 2015, début 2016. Ce programme de surveillance couvrira la période 2016-2021 et sera discuté et adapté annuellement pour inclure également les suivis des DREAL, des conseils généraux et de l'ONEMA.

L'articulation entre le SQE-BV et les autres suivis (DCE, départementaux) doit viser (au mieux) une complémentarité entre :

- les stations ;
- les paramètres recherchés ;
- les fréquences et types de prélèvements (suivi calendaire, suivi pluie).

Le réseau SQE-BV est composé de 2 types de stations :

- **Une ou plusieurs stations « bilan »** en fonction du nombre d'exutoires à suivre sur la ou les unités hydrographiques couvertes par le maître d'ouvrage de l'opération territoriale (cours d'eau principal, petits côtiers de secteurs à marées vertes...). Les mesures qui y sont faites serviront à acquérir de la connaissance pour le rapportage régional et le suivi global des actions. Les flux d'azote y seront calculés en utilisant les données des stations hydrométriques les plus représentatives. **Les préconisations de ce protocole régional concernent essentiellement les stations « bilan »** ;
- **Des stations « évaluation »** : Ces stations se répartissent en amont des stations bilans et permettent l'évaluation de la qualité de l'eau dans des sous-bassins versants prioritaires visés par les actions inscrites dans le programme du bassin versant. Cela concerne, par exemple, des suivis de contributeurs de plans d'eau visés par une disposition du SDAGE, l'identification de sous-bassins plus ou moins contributeurs (macropolluants, pesticides)...

Afin de ne pas multiplier le nombre de stations en région Bretagne, un nombre indicatif de stations par bassin versant est proposé **(Annexe 4).** Il peut être adapté en fonction des enjeux et des priorités d'actions menées dans les territoires au cours de l'étape de validation préalable (contributeurs de plans d'eau, petits côtiers de secteurs à marées vertes...).

Les propositions de suivi qualité des eaux des bassins versants seront communiqués pour validation préalable aux services techniques (délégations de l'agence de l'eau, conseils généraux, DREAL, DDTM, ONEMA, DRAAF) (Annexe 2). Le suivi proposé et établi sur cette base pourra être modifié ou adapté sous réserve de justifications**.**

1.2 Paramètres et types de prélèvements

Les paramètres visés par ce protocole régional sont :

- Macropolluants (Nitrate, Phosphore, COD) ;
- Pesticides ;
- Hydrobiologie ;
- Microbiologie.

En fonction de l'objectif défini dans le SQE-BV, différents suivis peuvent être utilisés :

- Suivi « calendaire » à pas de temps fixe afin de déterminer le « bruit de fond » et compléter la connaissance des réseaux existants ;
- Suivi « pluie », en fonction des épisodes pluvieux afin de suivre les pics et apports maximum **(Annexes 5 et 6)** ;
- Suivi « temps sec » (bactériologie et rejet ponctuel).

Les types de suivis utilisables et leur adaptation sont détaillés par paramètre dans la suite du document.

1.3 <u>Démarche qualité pour les prélèvements en rivière et la bancarisation des données</u>

Il est globalement nécessaire de renforcer la qualité et la fiabilité des données produites et bancarisées par les territoires bretons.

1.3.1 Prélèvement en rivières

L'organisme chargé des prélèvements (syndicat, prestataire) s'engage à prendre en compte les éléments suivants :

- Utiliser comme référence le guide technique : « **Le prélèvement d'échantillons en rivière** ». Ce document et ses annexes peuvent être mis à disposition sur demande au service « documentation » de l'agence de l'eau ou téléchargés sur le site de l'agence de l'eau Loire Bretagne[4] **;**
- Participer aux sessions d'information organisées en Bretagne par l'Agence de l'Eau sur le thème du prélèvement en cours d'eau au plus près des opérateurs ;
- Relever des paramètres « qualitatifs » environnementaux permettant à l'opérateur d'observer le milieu à échantillonner avant de procéder au prélèvement **(Annexe 5).** Il est obligatoire de remplir la rubrique concernant les conditions hydrologiques du prélèvement pour toutes les stations « bilan » ;
- Dans le cas d'un prélèvement réalisé par un prestataire extérieur, il pourra être exigé l'utilisation de sonde de mesures multiparamètres ;
- L'organisme en charge des prélèvements (prestataire, syndicat en régie) s'engage à participer à tout audit organisé par les financeurs ou les services de l'Etat. Il s'agit d'une démarche pédagogique qui peut être lancée par l'agence mais aussi sur demande de la DREAL ou de l'organisme responsable des prélèvements.

Il est bien précisé que, à l'exception des prélèvements hydrobiologiques et des suivis physico-chimiques du programme de surveillance DCE, l'accréditation COFRAC n'est pas obligatoire.

1.3.2 Bancarisation et valorisation des données

Les animateurs de BV/SAGE s'engagent à utiliser l'outil BEA V4[5] (ou tout autre outil validé par la DREAL) qui permet d'exporter les données qualité des eaux au format SANDRE QUESU2 XML. Les animateurs ont la responsabilité de la mise à jour de leur code Sandre (stations, réseaux, intervenants, suivi pluie, suivi calendaire...) et de leur base (MAJ annuelle, 1er trimestre année N+1).
La bancarisation des données est une condition de financement des contrats de bassins versants par l'Agence de l'Eau Loire Bretagne.

En particulier, il est essentiel que l'information concernant l'appartenance réseaux des données produites en régie par le BV/SAGE et les suivis pluie (temps de crue) et le suivis calendaires soient SYSTEMATIQUEMENT identifiée et renseignée dans les bases BEA (Annexes 6 et 7).

Les données issues de ces réseaux SQE-BV, et plus spécialement des stations « bilan », ont vocation à :

[4] http://www.eau-loire-bretagne.fr/espace_documentaire/documents_en_ligne/guides_milieux_aquatiques/Guide_prelevement.pdf
[5] Toute la documentation sur BEA V4 est téléchargeable à l'adresse suivante : http://www.bretagne.developpement-durable.gouv.fr/logiciel-de-gestion-des-donnees-qualite-des-eaux-a2695.html

- alimenter différentes bases : régionale (base HYDRE[6] de la DREAL Bretagne) et de bassin (base OSUR[7] de l'Agence de l'Eau Loire Bretagne) ;
- améliorer la connaissance de la qualité de l’eau des masses d’eau bretonnes pour des valorisations locales et régionales (DREAL-OEB[8], INRA [9]...) ;
- proposer une valorisation locale des SQE-BV reposant sur des méthodes de calculs et des outils communs (BEA V4[5], Macroflux[10] , Pol(f)lux...) avec des exploitations annuelles homogènes ;
- participer au diagnostic et aider au choix des actions à mener.

1.4 Formations des animateurs de BV-SAGE

Les partenaires régionaux s'engagent à répondre aux attentes et aux besoins des animateurs de BV-SAGE en organisant les formations nécessaires à la bonne utilisation des outils, à l'interprétation des données et à tout autre besoin exprimé et nécessaire à la bonne organisation et au bon fonctionnement des SQE-BV.

II – LES MACROPOLLUANTS

Afin d’apprécier au mieux la concentration et le flux[11] d’un polluant, la fréquence d’échantillonnage doit tenir compte de la nature dissoute ou particulaire du polluant et de son mode de transfert (infiltration et percolation, ruissellement) vers le réseau hydrographique en relation avec le fonctionnement hydrologique (débits Q) et sédimentaire (matières en suspension MES) du bassin versant. Une fois les relations « macropolluants – Q » et/ou « macropolluants – MES » établies, on peut s’appuyer sur des mesures en continu du débit Q ou plus fréquentes des MES, pour reconstituer des concentrations et optimiser les calculs de flux.
Globalement, il est considéré qu’un élément dont les concentrations varient peu dans le temps (notamment entre les crues et les inter-crues) peut être mesuré à pas de temps fixe et à une fréquence relâchée, alors qu’un élément présentant des variations fortes dans le temps (notamment lors des crues) doit être mesuré à une fréquence plus élevée, incluant des prélèvements en période de pluie. En Bretagne, seul le nitrate (NO_3) rentre dans la 1ère catégorie. Tous les autres macropolluants

[6] HYDRE « Hydrobiologie et Données Régionales usr l’Eau », base de données de la DREAL Bretagne sera mise en service courant 2015. Elle mettra à disposition du public les données des SQE-BV (stations « bilan »), les liste faunistiques et floristiques des indices en hydrobiologie, les résultats des CQEL bretonnes.

[7] OSUR-Web : http://www.eau-loire-bretagne.fr/informations_et_donnees/donnees_brutes/osur_web

[8] Les synthèses régionales SQE BV et les fiches bassins versants sont téléchargeables :

http://applis-bretagne.fr/share/page/site/drealbv/documentlibrary
(login : dreal.bv ; Passe : Dre@lBV12)

[9] Sur la base des résultats SQE-BV, l’INRA a développé un portail cartographique permettant de générer et visualiser automatiquement des graphes relatifs à l’évolution des concentrations et flux d’azote par bassin versant en Bretagne :
http://geowww.agrocampus-ouest.fr/web/?page_id=1628

[10] Les calculs de Flux (azote principalement) utilisent l’outil Macroflux disponible sur les liens suivants :
* CSEB : http://www.cseb-bretagne.fr/index.php/Table/Outil-Macroflux/
* DREAL : http://www.bretagne.developpement-durable.gouv.fr/outil-macro-flux-a2699.html

[11] Les objectifs des suivis peuvent être différents suivants qu’ils renvoient ou non à des masses d’eau utilisées pour la production d’eau potable. Dans le cas des masses d’eau utilisées pour produire de l’eau potable, c’est en effet la concentration que l’on cherchera à déterminer avec précision, la législation eau potable étant basée essentiellement sur des considérations de dépassement de seuil de concentrations. Dans le cas de masses d’eau type eau côtières ou estuaire, ou dans le cas général où la problématique traitée est l’eutrophisation, c’est souvent le flux que l’on cherchera à déterminer avec précision (sans exclusion de l’intérêt de considérer les niveaux de concentration et leur fluctuation), le flux étant la grandeur principale de contrôle du phénomène.

(phosphore dissous PO_4, matière organique soluble COD, matière organique totale COT, phosphore total P_{tot}, phosphore particulaire P_{part}) devraient faire l'objet d'un suivi renforcé calé sur des épisodes pluvieux.

Dans le cadre de travaux scientifiques[12], deux descripteurs ont été proposés pour rendre compte de la réactivité hydrologique des bassins versants et de la dynamique des macropolluants échantillonnés :

- **la réactivité hydrologique d'un bassin versant est caractérisée par l'indicateur $W_{2\%}$** : Il est déterminé comme étant le pourcentage du volume d'eau qui s'écoule pendant les plus forts débits en 2% du temps annuel (soit 7 jours dans l'année). Il peut être calculé à l'échelle annuelle ou interannuelle. Plus la valeur de $W_{2\%}$ est grande, plus la réactivité hydrologique du cours d'eau est importante, et plus les concentrations des macropolluants subissant de fortes variations de concentration lors des crues risquent d'être variables dans le temps ;
- **la dynamique des macropolluants pendant la période de hautes eaux est caractérisée par le coefficient b_{50sup}.** Cet indicateur, qui identifie la variabilité hydrochimique et sédimentologique, permet de classer la dynamique d'un macropolluant donné d'après les relations concentrations-débits en hautes eaux. Le coefficient b_{50sup} correspond à la pente de la régression entre log (concentration) = F (log débit) pour les débits supérieurs au débit médian :
    - un coefficient b_{50sup} inférieur à -0.2 signifie que les concentrations se diluent avec l'augmentation des débits. Il s'agit ainsi d'un processus de « dilution » ;
    - un coefficient b_{50sup}, compris entre -0.2 et +0.2 signifie que les concentrations restent stables quelle que soit l'augmentation des débits ;
    - un coefficient b_{50sup}, supérieur à +0.2 signifie que les concentrations augmentent avec l'augmentation des débits. Il s'agit ainsi d'un processus d'entraînement. Trois gammes d'entraînement sont identifiés : faible (0.2 <b50sup<0.8), moyen (0.8 < b50sup <1.4), fort (b50sup >1.4).

L'outil « **Système expert Pol(F)lux** » développé par l'Université de Tours **(Annexe 8)** permet de calculer ces 2 indicateurs et de proposer une fréquence minimale de prélèvement à respecter pour diminuer les erreurs d'estimation des indicateurs de concentrations et de flux des différents macropolluants (NO_3, COD, COT, PO_4, P_{tot}, P_{part}) et des MES.

Cet outil a été validé pour des BV de grande taille (>500 km²) et est en cours de test sur plusieurs cours d'eau bretons, souvent de plus petite taille. En Bretagne, l'indice $W_{2\%}$ varie entre 10 et 25 % en moyenne interannuelle. Concernant le b50sup, ce paramètre est soit positif dans le cas de polluants montrant des augmentations de concentration lors des crues (P_{tot}, P_{part}, COD, COT, PO_4, pesticides), et inversement négatif dans le cas de polluants présentant des diminutions de concentrations lors de ces mêmes crues (NO_3).

Ce logiciel, mis à disposition gratuitement[13], pourra être utilisé pour mieux caractériser chaque bassin versant et optimiser les fréquences d'échantillonnage pour tout paramètre (sous réserve d'une validation à venir sur les BV inférieurs à 500 km^2).

[12] - Moatar F, Meybeck M, Raymond S, Birgand F, Curie F. 2013. River flux uncertainties predicted by hydrological variability and riverine material behavior. *Hydrological processes.* 27, 3535-3546

- Raymond, S., Moatar, F., Meybeck, M., and Bustillo, V., 2013. Choosing methods for estimating dissolved and particulate riverine fluxes from monthly sampling. *Hydrological Sciences Journal*, 58 (6), 1–14.

- Meybeck M, Moatar F. 2012. Daily variability of river concentrations and fluxes: indicators based on the segmentation of the rating curve. *Hydrological Processes* 26: 1188-1207

[13] Des sessions de formation pourront être organisées avec l'Université de Tours, sous la responsabilité de Florentina Moatar (florentina.moatar@univ-tours.fr).

L'objectif de ces nouveaux indicateurs est de « dimensionner » les réseaux de mesures non seulement en termes de fréquence d'échantillonnage mais aussi en termes de précision voulue/attendue des résultats (degré d'incertitude de calcul de flux par exemple).
En fonction des problématiques identifiées et des actions menées dans les bassins versants, différents protocoles peuvent être proposés (définition d'une fréquence/précision voulue ou budget fixe/précision attendue) mais, dans tous les cas, **ils doivent répondre à des objectifs préalablement bien définis, par exemple :**

- le suivi simple de concentrations pouvant s'inscrire dans un suivi calendaire de fréquence mensuelle en complémentarité des réseaux existants ;
- le suivi de flux et/ou l'amélioration de son calcul devant privilégier la fréquence et/ou la précision de l'estimation et des secteurs/stations pouvant être associés à des stations de mesures de débits en continu ;
- le suivi d'actions ponctuelles visant à déterminer des secteurs plus contributifs (flux/concentrations) et suivre l'effet des actions (avant/après).

2.1 Les nitrates

Les nitrates sont principalement transférés vers le cours d'eau via les eaux de percolation (lessivage) puis via les écoulements de nappe. Les vitesses de transfert des nitrates dans la nappe sont comparables aux vitesses de transfert de l'eau dans celle-ci. De ce fait, ces transferts sont plutôt lents (à la différence des éléments transférés par ruissellement qui sont très réactifs aux averses et aux crues) et soumis aux variations saisonnières de fluctuation des nappes.

Pour une estimation correcte des indicateurs de concentration et de flux, une mesure mensuelle à pas de temps fixe est nécessaire. De façon générale, pour des bassins versants ayant une réactivité hydrologique caractérisée par un $W_{2\%}$ annuel entre 5 et 25% et un b50sup inférieur à 0,2, une fréquence mensuelle permet une estimation des concentrations (concentrations maximale notamment) et des flux d'azote avec un pourcentage d'erreur de l'ordre de 10 à 30%. Un prélèvement tous les 15 jours permet d'obtenir une meilleure précision et est conseillée pour les bassins versants ayant une plus forte variabilité hydrologique et/ou sur des cours d'eau contributeurs de secteurs à marées vertes.

Par conséquent, sont préconisés :

1. **Au minimum** :
   - **Un « suivi calendaire » à fréquence mensuelle fixe :**

	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Total
Suivi calendaire	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	12
Suivi pluie													0
Nombre de prélèvement	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**12**

2. **Si possible** :
   - **Un « suivi calendaire » à fréquence bi-mensuelle fixe :**

pour une meilleure estimation des concentrations et des flux d'azote, tels que dans les bassins versants à problématique « algues vertes » ou à forte variabilité hydrologique

	Janv		Fev		Mars		Avril		Mai		Juin		Juil		Aout		Sept		Oct		Nov		Dec		**Total**
Suivi calendaire	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	24
Suivi pluie																									0
Nombre de prélèvement	2		2		2		2		2		2		2		2		2		2		2		2		**24**

NB : Pour certains bassins versants à forte variabilité hydrologique ($W_{2\%}$ > 20%) et dont les concentrations en nitrate augmentent avec les débits pendant la période de hautes eaux (b_{50sup} > 0.2), une fréquence hebdomadaire peut être préconisée.

2.2 Le phosphore : phosphore total (Ptot) et phosphore dissous (PO_4)

La diversité des formes du phosphore dans les eaux est telle qu'elle a donné lieu à une distinction simplifiée entre phosphore soluble et phosphore particulaire (Dorioz, 1997).

- Le phosphore soluble ou P dissous, correspondant à la fraction du P non retenu par un filtre dont les pores ont une taille de 0,45 µm. La fraction de ce P dosée par les méthodes colorimétriques en œuvre dans les laboratoires d'analyses est interprétée comme constituée d'ions phosphates ou orthophosphates (PO_4), considérant que le PO_4 ainsi dosé peut aussi intégrer des formes micro-particulaires (< 0.45 µm), non strictement dissoutes ;
- Le phosphore particulaire (> 0.45 µm) regroupe toutes les formes de phosphore, minérales ou organiques, liées aux MES, qu'elles soient organiques (débris végétaux, micro-algues) ou minérales (P adsorbé à la surface des MES et P contenu dans leur matrice[14]).

Dans l'eau, on mesure le phosphore dissous (PO_4) et le phosphore total (Ptot). La différence entre les deux permet d'estimer le phosphore particulaire (P_{part}) provenant des sols agricoles et/ou associé au phytoplancton (aval des réservoirs) ou aux particules rejetées par les villes et les industries.

A ces complexités de formes, s'ajoutent des complexités de sources. En effet, à l'inverse du NO_3 pour lequel la source principale de contamination des eaux est l'agriculture, la contamination par le P mobilise des sources diffuses agricoles et des sources ponctuelles domestiques/industrielles, avec une coexistence des formes particulaires et dissoutes pour les sources diffuses agricoles, et des formes à l'inverse principalement dissoutes pour les sources domestiques/industrielles.
Ces sources ont des dynamiques d'apport très différentes. En effet, les sources domestiques/industrielles peuvent être considérées comme ayant un flux relativement constant à l'échelle annuelle, ce flux étant lié à la quantité d'eau résiduaire rejetée, laquelle varie peu annuellement. A l'opposé, les flux agricoles varient fortement dans le temps, ceux-ci étant véhiculés par les eaux de surface (ruissellement) et de nappe, eaux dont les débits varient très fortement au cours du temps, notamment lors des épisodes de pluie. Les plus fortes variations concernent le P_{part} véhiculés par les eaux de ruissellement dont les concentrations peuvent atteindre des valeurs extrêmes lors de certaines crues **(Figure 1)**.

[14]Attention, ici les MES ne sont pas que minérales. Le terme de MES est un terme générique renvoyant à toute matière, organique et/ou minérale, de taille supérieure à un seuil de coupure donné, généralement 0,45 microns.

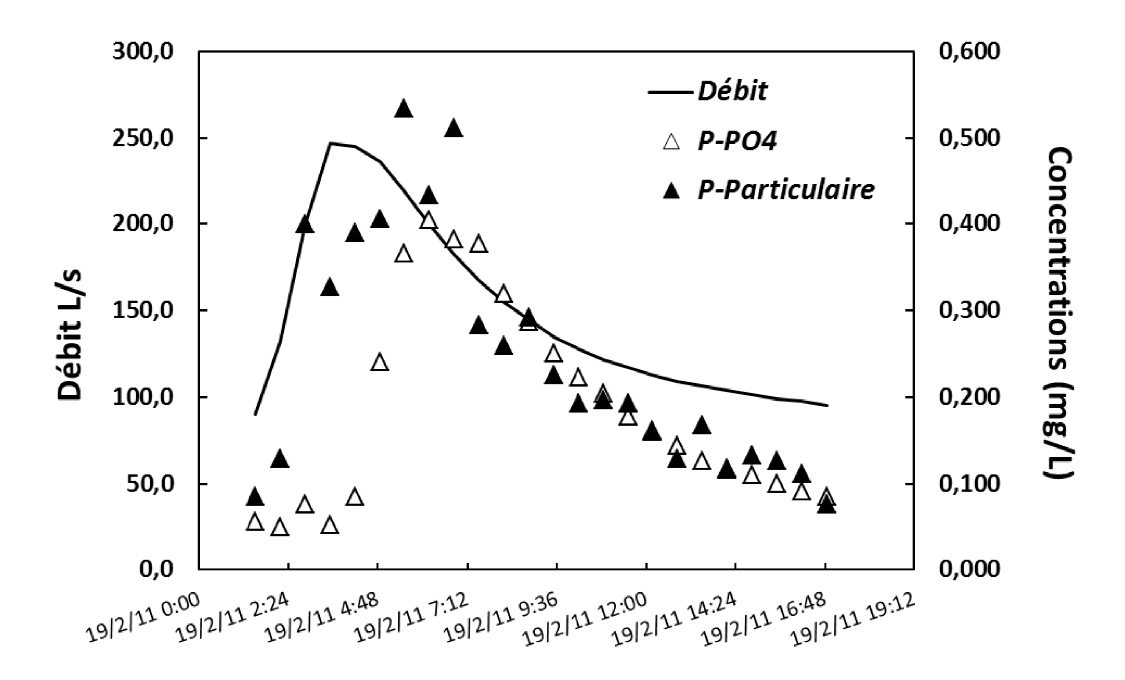


Figure 1 : Variation des concentrations en phosphore dans l'eau du Coët-Dan à l'exutoire du bassin-versant agricole de Kervidy-Naizin (Morbihan) pendant la crue du 19 février 2011. Le suivi illustre la montée des concentrations en P particulaire en phase avec l'augmentation du débit, caractéristique d'un transfert érosif. Il illustre aussi l'importance du transfert de P-PO4 pendant les crues, importance jusqu'ici négligée, dont le caractère tardif par rapport au pic de débit est synonyme d'un transfert par écoulement de nappe. Dupas et al. (2015).

Ainsi un échantillonnage du P_{tot} (grandeur à partir de laquelle est calculée le P_{part}) à pas de temps fixe, indépendant des épisodes pluvieux importants, peut aboutir à une sous-évaluation des flux, jusqu'à 50% du flux total annuel (Bordenave *et al.* 2003[15], Johnes, 2007[16])

Concernant le PO_4, les variations en crue sont moins importantes que pour le P_{part}, des augmentations significatives pouvant néanmoins être également observées lors de certains événements pluvieux, notamment en automne et en hiver. La détermination du coefficient b_{50sup} du PO_4 peut permettre de mieux apprécier ce comportement.

Dans tous les cas, la mesure du PO_4 nécessite la même fréquence élevée que celle du P_{tot} pour deux raisons :

- le P_{part} est calculé par différence entre le P_{tot} et le PO_4 ;
- contrairement aux idées reçues souvent admises, les travaux les plus récents de la recherche montrent que le flux de PO_4 d'origine agricole peut être important, représentant

[15] Bordenave P., Serrand P., Le Saos E., Saint-Cast P., Bioteau T. et Oelher F., 2003. Phosphore - Bassin versant de La Fontaine-du-Theil – campagne hydrologique 2002-2003. Rapport d'étape du Cemagref de Rennes dans le cadre de la convention Arvalis - Cemagref Rennes, 14 p.

[16] Johnes PJ. Uncertainties in annual riverine phosphorus load estimation : Imact of load estimation methodology, sampling frequency, baseflow index and catchment population density. *Journal of Hydrology* 332:241-258.

dans certains bassins de 30 à 50% de flux transféré (Jordan-Meille *and* Dorioz 2004 [17]; Dupas et al., 2015[18]).

1. <u>Un « suivi pluie » est donc à préconiser en priorité pour Ptot et PO_4 :</u>

Le protocole préconise de suivre le P_{tot} et le PO_4 en même temps et selon le même protocole d'échantillonnage, c'est-à-dire en fonction des épisodes pluvieux (pluie > 8 à 10 mm sur 24 heures).

	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	**Total**
Suivi calendaire													
Suivi pluie	Autant de prélèvements pluie que de pluies > 8 à 10 mm sur 24h												>12
Nombre de prélèvement													>12

2. <u>Si ce suivi pluie ne peut être mis en place, il faut :</u>

- **<u>Au minimum</u>** :

Un « suivi calendaire » à fréquence bi-mensuelle fixe (Ptot et PO_4 donc Ppart par différence)

	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	**Total**
Suivi calendaire	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	24
Suivi pluie													0
Nombre de prélèvement	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	**24**

- **<u>Si possible :</u>**
  a) Soit des prélèvements mensuels à date fixe complétés par des prélèvements pendant les épisodes pluvieux :
  - **Un suivi calendaire à fréquence mensuelle fixe ;**
  - **+ un suivi pluie à raison de 12 suivis de crue dans l'année ;**

	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	**Total**
Suivi calendaire	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	12
Suivi pluie	si possible 12 prélèvements en temps de pluie dans l'année												12
Nombre de prélèvement													**24**

Le suivi calendaire à fréquence mensuelle se fait, dans ce cas, en même temps que celui des nitrates. Le suivi pluie se fait en même temps que celui des pesticides.

Dans chaque bassin versant, la connaissance du temps qui sépare le "pic" de précipitation et le "pic" de crue influe sur la qualité du prélèvement « pluie ». Il n'existe pas d'outil permettant d'estimer ce temps pour chaque station. Le dire d' « experts » de l'animateur,

[17]Jordan-Meille L., Dorioz J.M. , 2004. Soluble phosphorus dynamics in an agricultural watershed. *Agronomie* 24: 237–248.

[18] Dupas R., Gascuel-Odoux C., Gillet N., Grimaldi C., Gruau G. , 2015. Distinct export dynamics for dissolved and particulate phosphorus reveal independent transport mechanisms in a lowland agricultural catchment. *Hydrological Processes*, sous presse.

connaissant le fonctionnement hydrologique local et les conditions climatiques à l'instant t, doit permettre d'estimer cet intervalle de temps pour déclencher (ou pas) des prélèvements « pluie ».

Remarque : si aucune pluie ne survient au cours d'un mois donné, la campagne pluie du mois en question pourra venir compléter celle d'un mois pluvieux (2 campagnes au lieu d'une), et ce, dans l'optique de maintenir un nombre annuel de suivi « pluie » le plus proche possible de 12.

b) Soit des prélèvements à date fixe mais à fréquence resserrée :

- **Un suivi calendaire à fréquence bi-mensuelle en période de basses eaux et à fréquence hebdomadaire en période de hautes eaux (voire bi-hebdomadaire pour les petits BV) :**

Suivi calendaire	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Total
bimensuel				+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +				12
hebdomadaire	+ + + +	+ + + +	+ + + +							+ + + +	+ + + +	+ + + +	24
Nombre de prélèvement	4	4	4	2	2	2	2	2	2	4	4	4	**36**

Les suivis proposés ci-dessus s'adressent plus particuièrement aux secteurs à enjeux phosphore, notamment les cour d'eau contributeurs de plan d'eau, par exemple.

3. Cas particulier :

- Pour suivre le phosphore soluble d'un rejet ponctuel et cibler la source de rejets, il est préconisé un suivi de P_{tot} et PO_4 par temps sec et en période d'étiage ;

- Le suivi de la turbidité (suivi des MES) est plus facile et moins coûteux à faire en continu. En associant ce suivi des MES en continu à un suivi calendaire (à fréquence bi-mensuelle) du P_{tot} et PO_4 , cela permet d'améliorer le calcul des flux et d'évaluer la relation MES-phosphore (par exemple, identifier les pics de crue « manqués »).

4. Remarques sur les unités :

- les concentrations en P_{tot} dans l'eau sont habituellement exprimées en mg P/litre ;
- les concentrations en PO_4 dans l'eau sont habituellement exprimées en mg PO_4/litre ;
- les flux sont exprimés en t de P/an ou kg P/ha/an.

Il est conseillé de traduire toutes les données en unité de P (1 mg P = 0,3262 mg PO_4) de manière à pouvoir extraire directement la part du P-PO_4 du P_{tot} afin d'en déduire le P_{part}.

2.3 La matière organique (carbone organique dissous COD)

Pour rendre l'eau potable, il ne faut pas que la matière organique dépasse certains seuils (arrêté du 11 janvier 2007 fixant la limite à 10 mg/l de COT).

En outre, la circulaire DCE du 28 juillet 2005 impose des valeurs de concentration plus stricte pour le « bon état écologique » que la Directive sur les eaux brutes (Q_{90} de COD inférieur ou égal à 7 mg/l). Des exceptions typologiques sont admises (cours d'eau naturellement riches en matières organiques, COD inférieur ou égal à 9 mg/l).

L'existence de deux indicateurs différents (COT et COD) peut être vue comme une source de difficulté pour le suivi des matières organiques dans l'eau. En fait les travaux effectués en Bretagne par le GEPMO ont montré que les équipements analytiques mis en œuvre dans les laboratoires d'analyse pour le dosage du COT dosait en fait le COD. **On pourra se satisfaire au final de l'analyse du seul COD.**

Aujourd'hui, le suivi de la matière organique dans les eaux se fait à raison de deux échantillonnages par mois dans un contexte de contrôle de la qualité de l'eau selon la norme réglementaire définie par l'ARS. Ce suivi tous les 15 jours n'est pas suffisant dans un objectif de détermination précise des concentrations et des flux, compte tenu des fortes fluctuations de concentration constatées entre périodes de crue et périodes d'inter-crue (amplitude allant d'un facteur 7 à 18 selon les épisodes de crue et les rivières). Les suivis doivent donc nécessairement inclure des épisodes de crue et d'inter-crue dans leurs protocoles, avec une fréquence de répartition adaptée à la variabilité de l'hydroclimat (Gruau *et al.*, 2005[19]), de la même façon que pour le phosphore, paramètre sur lequel pourront être calqués les suivis de COD.

Pour les bassins versants avec un « enjeu COD », l'examen des données de COD récoltés en Bretagne montre que la fréquence de mesure de ce paramètre devrait être d'au moins d'une mesure tous les 5 jours pour évaluer l'impact d'action sur l'évolution de concentration moyenne en COD sur un pas de temps de 10 ans [20] et, distinguer cette évolution du bruit engendrée par la variabilité du climat. Comme pour le phosphore, la mise en œuvre de l'outil Pol(f)lux et l'application de la méthode de coefficient b_{50sup} devrait permettre de connaître les fréquences optimales de suivi pour chaque bassin.

Le suivi du COD doit se limiter à des démarches d'études pour situer les zones contributrices d'un bassin versant et aux bassins versants avec un « enjeu COD » c'est-à-dire ceux qui ne sont pas naturellement enrichis en matière organique. En effet, l'évaluation optimale du COD demandant une fréquence de suivi élevée (fréquence 5 à 10 jours), le suivi récurrent de ce paramètre doit être bien spécifique et limité.

[19] Gruau, G., Petitjean P. et Henin O., 2005. Pollution des captages d'eau brute de Bretagne par les matières organiques. Guide pratique pour localiser les zones sources dans les bassins versants et suivre l'évolution des pollutions dans le temps. 118 p.

[20] CSEB, 2005 et 2008 - Pour la compréhension des bassins versants et le suivi de la qualité de l'eau : recueil de fiches techniques & scientifiques. Tome 1(2005) et Tome 2 (2008). 325 pages ; http://www.cseb-bretagne.fr/index.php/Table/Recueil-de-fiches/

En réalisant une campagne de prélèvement mensuelle à pas de temps fixe complétée d'une campagne pluie, l'incertitude peut être abaissée jusqu'à des seuils acceptables au regard des objectifs de suivi :

- <u>**En priorité**</u> :

  Un suivi calendaire à fréquence tri-mensuelle (tous les 10 jours)

Suivi calendaire	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Total
tous les 10 jours	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	
Nombre de prélèvement	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36

- <u>**Au minimum :**</u>
  - **Un suivi calendaire à fréquence mensuelle**
  - **+ Un suivi pluie à raison de 12 suivis de crue dans l'année**

	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	**Total**
Suivi calendaire	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	12
Suivi pluie	si possible 12 prélèvements en temps de pluie dans l'année												12
Nombre de prélèvement													**24**

Pour déterminer les sous-bassins sources et leur part contributive, il est préconisé de réaliser, sur les stations « évaluation », quatre campagnes de prélèvement à leurs exutoires. La superficie maximale des sous-bassins est de 5000 hectares. Deux prélèvements devront avoir lieu après de forts épisodes pluvieux (un prélèvement en crue d'automne et un en crue d'hiver). Les deux autres devront être effectués hors crue. Les campagnes de prélèvement devront être effectuées le même jour sur l'ensemble du bassin versant pour pouvoir comparer les apports contributifs de chaque sous-bassins.
Une fois ces sous-bassins contributeurs identifiés, les préconisations de suivi seront les mêmes que celles des stations "Bilan".

<u>**Notions indicatives de coût (analyse uniquement) et limites de quantification (LQ) :**</u>

Nitrates :
* 12 analyses = 80 € HT
* 24 analyses = 160 € HT
* LQ = 2 mg/l de NO_3

Phosphore (P_{tot} et PO_4) :
* 24 analyses = 690 € HT
* 36 analyses = 1030 € HT
* LQ = 0,02 à 0,05 mg/l de PO_4
* LQ = 0,03 à 0,05 mg/l de Ptot

COD :
* 36 analyses = 940 € HT
* LQ = 0,5 mg/l de C.

III – LES PESTICIDES

3.1 <u>Mode de prélèvement et matières actives à rechercher</u>

Pour identifier les pratiques à risque, le suivi des pesticides doit s'effectuer lors des périodes de transfert vers les cours d'eau, c'est-à-dire, selon les préconisations en vigueur depuis 2001, en prélevant après un épisode pluvieux d'au moins 8 à 10 mm.
Dans son audit de l'application du protocole régional par les bassins versants sur la période 2007-2013, la DREAL a constaté la difficulté de réaliser ce type de prélèvements « temps de pluie » ou plus exactement « pic de crue ». La difficulté réside dans l'appréciation de la qualité de (ou des) épisode(s) pluvieux et du temps de transfert qui y est rattaché et qui permettent de bien faire coïncider la date et l'heure de prélèvement avec le pic de crue sur un bassin versant donné. La réalisation de prélèvements sur les jours ouvrés seulement nuit également à cette bonne correspondance.

Malgré ces difficultés, il est néanmoins proposé aux structures porteuses de BV de conserver le principe des prélèvements « temps de pluie » selon les principes suivants :

- adopter un mode d'échantillonnage associant des prélèvements « temps de pluie » et des prélèvements calendaires « par défaut » sans épisode pluvieux récent, modulables selon les périodes à risque[21]
- bien caractériser les échantillons grâce à la fiche « prélèvements » **(Annexe 5)** quant à sa situation hydrologique apparente en notant « 6 » pour un temps de crue et veiller à ce que cette information soit bien bancariser dans les bases BEA **(Annexes 6 et 7) ;**
- valoriser les résultats de l'Observatoire des Ventes de Produits Phytosanitaires[22] mis en œuvre en Bretagne depuis 2009 pour rechercher principalement les molécules réellement utilisées sur le bassin versant ;
- déclencher « à la demande » des campagnes « temps de pluie » sur des sous-bassins versants pour tenter d'identifier les pratiques à risque (stations « évaluation »).

Enfin, il vaut mieux un suivi pesticides complet et représentatif tous les 2 ou 3 ans qu'un suivi annuel peu représentatif (faible fréquence de prélèvement, nombre de substances...).

<u>En conséquence, une campagne annuelle de suivi « pesticides » se résume donc ainsi :</u>

	janv	Févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	total
campagne pluie	1	1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1	1	1	19
campagne fixe	en remplacement d'un prélevement en crue si pas de pluie dans le mois ou la quinzaine												
Nombre de prélèvement mensuel	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	19

[21] Compte tenu des conditions d'utilisation des matières actives, de l'état de la végétation et des conditions climatiques de l'année, il est possible par exemple de ne pas prélever durant les mois de janvier et août et d'augmenter la fréquence pendant les mois d'utilisation des produits phytosanitaires.
[22] Procédure de mise à disposition des données de l'OVPP sous la responsabilité DRAAF/SRAL

Détermination des matières actives à rechercher :

La méthode mise au point par la DRAAF/SRAL et l'Institut d'Aménagement de la Vilaine sera si possible utilisée : les résultats de vente des produits phytosanitaires (quantités de matières actives vendues sur le bassin versant) seront intégrés dans l'outil SIRIS[23]. Cet outil, compte- tenu de la quantité vendue, de la vitesse de transfert et de la persistance de chaque matière active dans le milieu naturel produit une liste de matières actives à risque décroissant. Les 50 molécules les plus à risque de cette liste seront à rechercher dans le SQE-BV. Cette liste sera complétée si nécessaire par des matières actives fréquemment détectées dans le réseau ECOPHYTO 2018 régional (qui peut également détecter des matières actives interdites). A titre indicatif, les 10 matières actives les plus quantifiées en 2013 dans le réseau ECOPHYTO 2018 sont :

- AMPA
- 2-hydroxy atrazine
- Atrazine déséthyl
- Glyphosate
- Nicosulfuron
- Isoproturon
- Diuron
- 2,4-MCPA
- Trichlopyr
- Mécoprop

Cette liste de matières actives pourra encore être élargie par le laboratoire qui réalisera les analyses, le coût analytique par prélèvement n'en étant pas toujours augmenté.

Tous les 2 ou 3 ans, cette liste de matière active à rechercher sera affinée en associant, par exemple, le comité de pilotage agricole du bassin versant, le plus à même d'identifier des usages particuliers sur certains sous-bassins versants.

En l'absence des résultats de l'observatoire des ventes de produits phytosanitaires, une liste indicative de matières actives **(Annexe 9)** à rechercher a été établie en exploitant les données de l'observatoire des ventes de produits phytosanitaires à l'échelle régionale et du réseau ECOPHYTO 2018 régional. Cette liste identifie avec la méthode SIRIS les 70 matières actives « à risque » à rechercher en Bretagne auxquelles ont été rajoutées des matières actives fréquemment détectées dans le réseau ECOPHYTO 2018.
Cette liste minimale est à modifier en fonction des connaissances locales (CPA) qui mettraient en évidence d'autres matières actives à rechercher ou à éliminer (notamment celles utilisées en cultures légumières).

L'annexe 10 présente la liste exhaustive de matières actives recherchées sur les stations du réseau « ECOPHYTO 2018 ».

3.2 Choix des laboratoires

Tous les laboratoires, sauf exception, sont agréés par les ministères de l'environnement et de la Santé. Ces agréments constituent une condition à remplir pour pouvoir répondre à l'appel d'offres

[23] http://www.ineris.fr/siris-pesticides/accueil

mais ne constitue qu'un critère de sélection peu discriminant au stade de l'examen des différentes candidatures. Un exemple de CCTP « Volet pesticides » est téléchargeable[24].

Les accréditations COFRAC qu'il est nécessaire de demander par molécule recherchée varient beaucoup plus selon les laboratoires. Le candidat peut préciser également si ses accréditations sont à portée fixe ou à portée flexible, le laboratoire ayant fait pour cette dernière un effort supplémentaire de mise au point du protocole analytique. Une préférence pourra être donnée également aux candidats présentant, dans son offre, de telles méthodes pour les molécules à risque issues du traitement des données de l'OVPP. Chaque candidat précisera de plus dans son offre le lieu de réception des prélèvements, de stabilisation des échantillons et de réalisation des analyses, celles sous-traitées à l'extérieur étant synonymes de délais et transports supplémentaires ainsi que de risques de perte ou de casse de flacons.

Les notions de limite de détection et de limite de quantification sont précisées dans le tableau ci-dessous, extrait du document de « mode d'emploi » de l'outil BEA V4 que tout animateur a à sa disposition dans le cadre du déploiement de cet outil en Bretagne[25] **(Figure 2)**. Renseignées par le candidat pour chaque molécule dans son offre, elles peuvent départager les laboratoires dans la note technique. Pour la grande majorité des molécules analysées en HPLC MS/MS, les limites habituelles de quantification sont comprises entre 0.02 µ/l et 0.05 µ/l.

Des limites de quantifications inférieures à 0.01 µg/l sont suspectes et doivent être justifiées par les candidats.

Les 2 autres critères suivants sont utilisables dans l'examen technique des offres des différents candidats :

- Utilisation des cartouches d'extraction : Les laboratoires d'analyses préciseront leurs conditions d'utilisation en fonction des méthodes utilisées.

  Les cartouches d'extraction sont utilisées pour extraire de l'échantillon les substances à doser par extraction solide/liquide. Le taux de récupération d'une substance donnée correspond au rapport entre la quantité mesurée ultérieurement par le matériel d'analyse et la quantité initiale présente dans l'échantillon. Il est vérifié par famille de substance (par exemple famille des triazines, des urées, des amides etc.) en utilisant des étalons internes, c'est-à-dire des échantillons dans lesquels ont été injectés une quantité connue de la substance à mesurer. Sur une matrice « eau », les taux de récupération doivent être compris entre 70 et 120 % (dérive/amplification du signal par le matériel d'analyse). Les résultats d'analyses doivent donc être corrigés en tenant compte de ces taux de récupération. La précision et le coût d'une analyse multi-résidus dépendent donc étroitement du nombre d'étalons internes utilisés pour vérifier les taux de récupération et de la fréquence de ces contrôles ;

[24] Exemple de CCTP « Volet pesticides » : http://www.bretagne.developpement-durable.gouv.fr/protocole-regional-de-suivi-de-la-qualite-des-eaux-a2701.html

[25] http://www.bretagne.developpement-durable.gouv.fr/logiciel-de-gestion-des-donnees-qualite-des-eaux-a2695.html

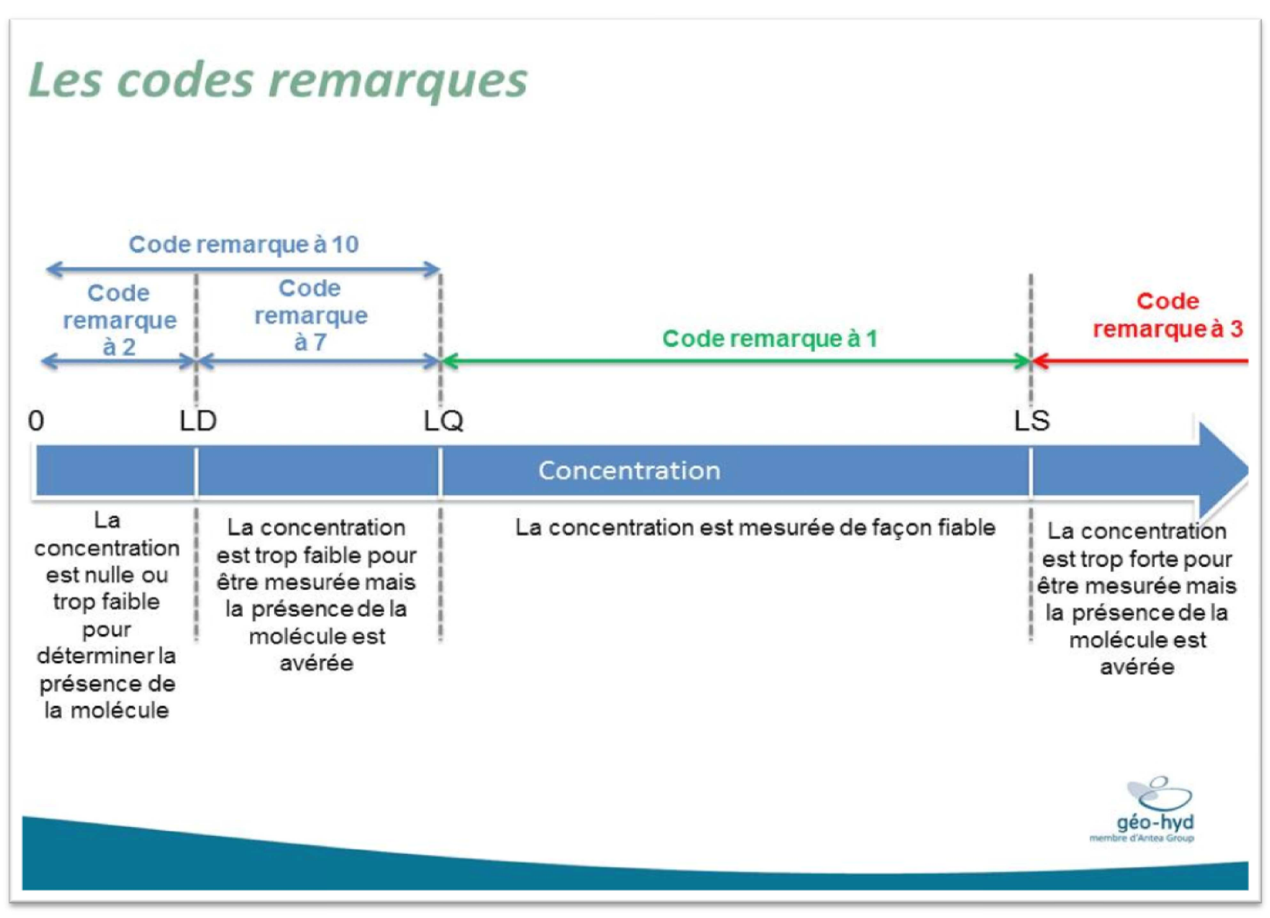


Figure 2 : Les différents codes remarques (codes SANDRE) associés aux notions de limites de détection (LD), de quantification (LQ) et de saturation (LS).

- Tous les laboratoires participent à des procédures d'inter-calibration. Ces essais inter-laboratoires (EIL) permettent d'estimer la dispersion des résultats pour un même échantillon distribué à plusieurs laboratoires. Ces EIL sont également réalisés par substance et la dispersion des résultats est estimée par le Z-score. Une valeur de Z-score > 2 ou < -2 indique un résultat à surveiller et une valeur de Z-score >3 ou < -3 indique un résultat peu satisfaisant du laboratoire pour la substance dosée.
  Il est donc possible dans le cahier des charges de demander aux candidats les résultats de leurs EIL et de les comparer tout particulièrement pour les matières actives prioritaires du bassin versant.

L'extrait ci-dessous d'un règlement de consultation donne une vision globale des critères de choix et de notation des laboratoires :

Critères	Nombre de points maximum
Traçabilité des échantillons	5
Prise en charge des échantillons (délai, amplitude, contrôle)	5
Délai de stabilisation	10
Délai d'Analyses	5
Accréditation COFRAC	15
% Respect la liste de base	15
Molécules proposées dans la liste complémentaire	5

Performances analytiques (Justesse, Fidélité, taux de récupération, fréquence de ces taux de récupération) – Sécurisation des résultats	20
Résultats Essai inter-labos	15
Délai rapport d'analyse	5

Un exemple de CCTP « volet pesticides » peut être téléchargé[26].

3.3 Eléments de coûts

Le coût d'une analyse (€ HT) de pesticides est fonction des molécules recherchées et des techniques de laboratoire à utiliser pour les doser. En solution de base, on retrouve les incontournables à savoir le glyphosate/ AMPA et toutes les molécules analysables en un « run HPLC/MS/MS ». Le prix d'une analyse se situe alors aux alentours de 200 €. Dès que l'on veut d'autres molécules, il est nécessaire d'employer d'autres techniques (voir ci-dessous) augmentant d'autant le coût de l'analyse :

- Glyphosate et AMPA par méthode (HP)LC FLUO 1 : 100 € / analyse environ
- Aminotriazole par méthode LC FLU0 2 : 70 à 90 € / analyse
- Analyses multi- résidus par méthode LC/MS/MS 1 : 150 € / prélèvement
- Analyses multi – résidus par méthode GC MS 3 : 100 € / prélèvement (organo-chlorés, organophosphorés, pyrêtres)
- Dithiocarbamates par méthode GC MS2 (dont Mancozèbe) : 70-100 € /analyse

Pour optimiser le coût des analyses, il est donc intéressant de ne rechercher les matières actives que pendant leur période d'utilisation pour éventuellement limiter le nombre de techniques analytique à commander par échantillon au laboratoire (**Annexe 9**).

3.4 Suivi par Test « ELISA »

En cas de contamination importante de la qualité de l'eau, il est possible de réaliser des campagnes ponctuelles de prélèvements simultanés sur plusieurs sous-bassins versants pour mieux localiser l'origine de la pollution.
Ce suivi peut-être réalisé aux points « Evaluation » du SQE-BV en utilisant des tests ELISA moins chers que les analyses multi-résidus mais ne permettant qu'un premier diagnostic plus qualitatif que quantitatif. Ils sont donc à utiliser au début d'un diagnostic et ne peuvent remplacer un suivi pesticides tel qu'attendu dans le présent protocole régional.

Les molécules pouvant être détectées par les tests ELISA sont :

- **Triazines :** Depuis 2003, l'Atrazine est interdite d'utilisation, les concentrations sur ces paramètres diminuent fortement et sont proches des seuils de détection. De plus les réponses du kit sont encore plus faibles pour ses métabolites (de l'ordre de 10 % pour l'atrazine dééthyl par ex) Il n'est pas conseillé de les rechercher en dehors du réseau ECOPHYTO 2018 ;

- **Diuron** : L'interdiction de cette molécule pour un usage agricole s'est traduite ces dernières années par une forte diminution du nombre de détections ainsi que des pics de concentration observés dans le réseau ECOPHYTO 2018. Par ailleurs, l'utilisation du

[26] Un exemple de CCTP « Volet pesticides » est téléchargeable : http://www.bretagne.developpement-durable.gouv.fr/protocole-regional-de-suivi-de-la-qualite-des-eaux-a2701.html

diuron comme biocide rend l'interprétation difficile. Il n'est donc pas recommandé de la suivre en particulier. Une recherche de diuron peut être réalisée en même temps que la recherche d'isoproturon (voir plus bas) ;

- **Isoproturon :** il n'existe plus de kit « isoproturon » depuis fin 2013. Certains laboratoires proposent la recherche par technique rapide en chromatographie ciblée soit de l'isoproturon soit du diuron pour un coût de l'ordre de 30 € ;

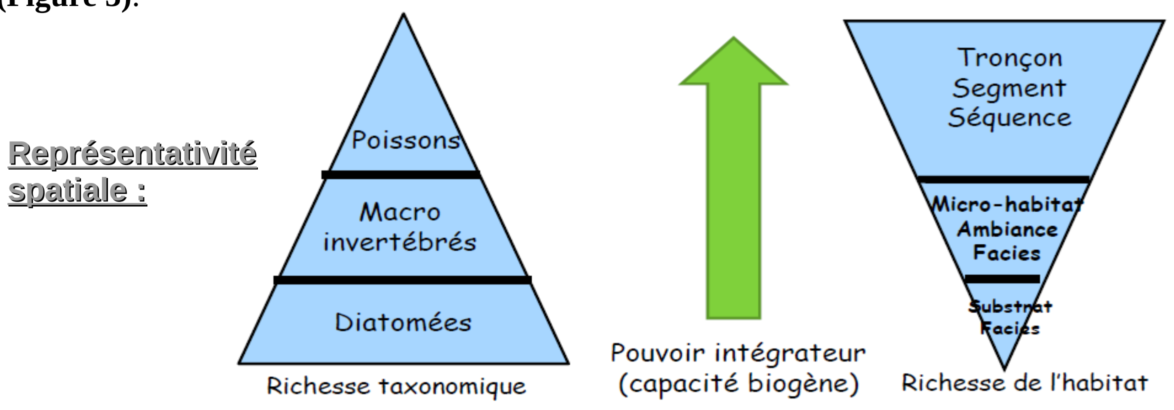
- **Glyphosate** : Une étude a été menée par LABOCEA pour évaluer la précision des tests ELISA sur le paramètre glyphosate. Après comparaison avec des mesures effectuées en chromatographie HPLC, il apparaît que l'incertitude de mesure est de 30 à 40 %. Cette incertitude correspond aux autres tests ELISA (Triazines, Diuron). Il est à noter que ce test ne mesure **que le paramètre glyphosate** et en aucun cas sa molécule de dégradation, l'AMPA.

Autres matières actives :
Il existe sur le marché de l'ordre de 15 autres kits Elisa mais qui n'ont jamais été étalonnés par des méthodes de laboratoire plus fiables (azoxystrobine, metolachlore, Pyréthrinoïdes…)

IV – L'HYDROBIOLOGIE

4.1 Contexte

Pour suivre et s'assurer du bon fonctionnement écologique des milieux aquatiques, le suivi physico-chimique seul est insuffisant. Seul un suivi hydrobiologique permet d'intégrer l'ensemble des variations des paramètres du milieu et leurs effets sur les populations animales et végétales.
C'est pourquoi, le suivi physico-chimique doit être complété par un suivi hydrobiologique si celui-ci n’est pas déjà assuré[27] . Pour cela, différents indicateurs hydrobiologiques existent, notamment pour les cours d'eau, Ils utilisent des organismes vivants appartenant à différents niveaux trophiques et représentatifs des effets et impacts pour différentes échelles spatiales et temporelles **(Figure 3)**.



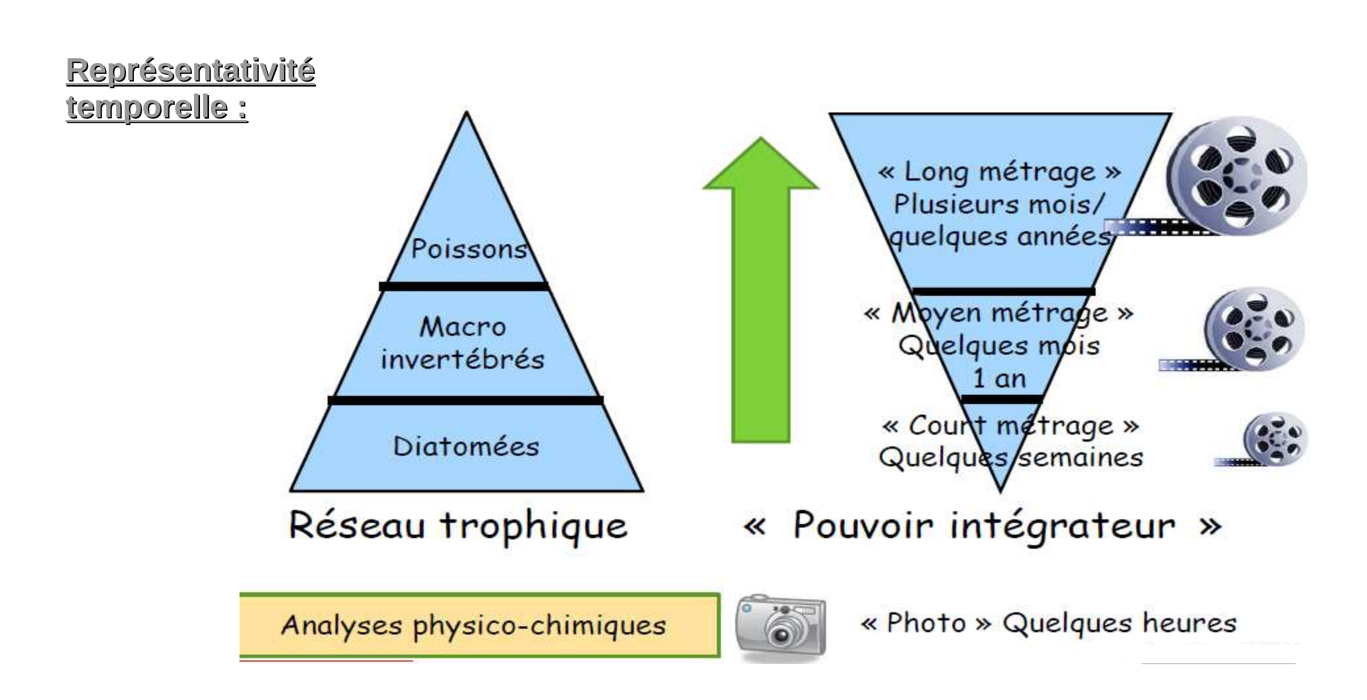


Figure 3 : Sélectivité des différents indicateurs biologiques en fonction des objectifs de suivi et de leurs représentativités spatiale et temporelle par rapport à des analyses physico-chimiques.

[27] Le suivi des indicateurs biologiques macroinvertébrés, diatomées) est assuré chaque année en chaque point du contrôle de surveillance (RCS) et tous les 3 ans sur les points RD et RCO. En ces points, inutile d’en réaliser d’autres.

4.2 Suivi Hydrobiologique

Pour plus d'informations sur les méthodes hydrobiologiques, le site de l'IRSTEA « hydrobio DCE » sera à consulter[28].

Les documents mis à disposition comportent notamment :

- les protocoles dont l'utilisation est préconisée, à la date de leur mise en ligne, par la Direction de l'Eau et de la Biodiversité du Ministère en charge de l'environnement ;
- des utilitaires, notices et autres documents d'accompagnement réalisés par l'Irstea, fournis à titre d'aide, dont l'utilisation est laissée à l'appréciation de l'opérateur. **On y trouvera notamment les formats-types de fiches terrain et de rendu des résultats à utiliser par les bureaux d'études qui seront en charge du suivi sur les stations SQE-BV**[29].

Les prélèvements et détermination des indices (IBGN-DCE, I2M2, IBD, IBMR, IPR, IPR+) demandent un savoir-faire important et devront être réalisés **par des bureaux d'études accrédités COFRAC et agréés par le Ministère de l'Ecologie.** Le site Labeau permet de vérifier l'ensemble des agréments en cours[30]et également les capacités des prestataires.
Il est conseillé de se rapprocher des départements, de l'Agence de l'Eau et de la DREAL Bretagne pour vérifier les suivis en cours et prévus annuellement sur les stations bilan et éviter les doublons.

Un exemple de CCTP « Volet hydrobiologie » est téléchargeable[31].

<u>Pour le suivi hydrobiologique des BV/SAGE, il est recommandé :</u>

- **<u>Au minimum</u>** :
  2 « campagnes hydrobiologiques» complètes, si possible (diatomées, macroinvertébrés benthiques-DCE, macrophytes, poissons) sur les stations « bilan » **au début et à la fin du contrat** (en période d'étiage et de régimes hydrauliques stabilisés).

  Pour chaque station bilan, le prestataire réalisera :
  - 1 prélèvement selon la norme en vigueur ;
  - des mesures de terrain : Température, Oxygène dissous, conductivité et pH de l'eau ;
  - une photo numérique du site de prélèvement qui soit la plus représentative possible des conditions de prélèvements ;
  - la détermination des taxons et **la remise des résultats selon les formats attendus[29] ;**
  - **la remise des échantillons** (lames diatomées, pilulliers témoins pour les macroinvertébrés benthiques...) **à la DREAL Bretagne pour bancarisation.**

- **<u>Au cas par cas :</u>**

  Lorsqu'il est nécessaire de choisir entre indicateurs biologiques, il est préférable de cibler le (ou les) paramètre(s) biologique(s) a priori le plus « déclassant » en fonction des principales atteintes du milieu (suivis DCE et locaux) :

  - **les diatomées** sur les cours d'eau principalement à enjeux qualité des eaux (physico-chimie, pollution diffuse) ;

[28] http://hydrobio-dce.irstea.fr/
[29] http://hydrobio-dce.irstea.fr/telecharger/
[30] http://www.labeau.ecologie.gouv.fr/index.php
[31] Un exemple de CCTP « Volet Hydrobiologie » est téléchargeable : http://www.bretagne.developpement-durable.gouv.fr/protocole-regional-de-suivi-de-la-qualite-des-eaux-a2701.html

- **les poissons** sur les cours d'eau à enjeux hydromorphologiques (habitats) ;
- **les macroinvertébrés benthiques** sur les cours d'eau avec des problèmatiques de micro-habitats (lit mineur, remaniements...) ;
- **les macrophytes** sur des cours d'eau à enjeux qualité des eaux et/ou hydromorphologiques.

Rappel des normes en vigueur pour les paramètres hydrobiologiques visés par le protocole régional :

Les suivis biologiques devront être réalisés à partir d'indicateurs biologiques échantillonnés selon les normes en vigueur. Les « normes » comprennent plusieurs types de texte. Les plus utilisés dans le domaine des mesures hydrobiologiques sont les NF (normes homologuées), les XP (normes expérimentales, utilisées pour une première application et destinées à être homologuées après un premier retour d'expérience), et les GA (guides d'application, « modes d'emploi » des NF et XP).
Les normes en cours de validité dans les domaines de la bioindication en milieux aquatiques sont listées ci-dessous (liste mise à jour, donnée à titre indicatif). Ce sont ces méthodes qui seront utilisées sur les réseaux SQE-BV. Tous ces documents sont disponibles auprès de l'AFNOR[32] :

- Diatomées cours d'eau :
- NF T90-354 (2007-12-01). Qualité de l'eau – Détermination de l'Indice Biologique Diatomées (IBD) ;
- NF EN 15708 (2010-01-01). Qualité de l'eau – Guide pour l'étude, l'échantillonnage et l'analyse en laboratoire du phytobenthos dans les cours d'eau peu profonds ;
- NF EN 13946 (2003-07-01). Qualité de l'eau – Guide pour l'échantillonnage en routine et le prétraitement des diatomées benthiques de rivières ;
- NF EN 14407 (2004-10-01). Qualité de l'eau – Guide pour l'identification et le dénombrement des échantillons de diatomées benthiques de rivières, et leur interprétation ;

- Invertébrés cours d'eau
- XP T90-333 (2009-09-01) : Prélèvement des macroinvertébrés aquatiques en rivières peu profondes ;
- XP T90-388 (2010-06-01) : Qualité de l'eau – Traitement au laboratoire d'échantillons contenant des macro-invertébrés de cours d'eau ;
- GA T90-733 (2012-03-01). Qualité de l'eau – Guide d'application de la norme expérimentale XP T90-333:2009 (prélèvement des macro-invertébrés aquatiques en rivières peu profondes) ;
- Protocole expérimental d'échantillonnage des macroinvertébrés en cours d'eau profonds. P. Usseglio-Polatera, JG. Wasson, V. Archaimbault. Note technique Université de Metz – Cemagref, décembre 2009.

- **Macrophytes cours d'eau :**
  - NF T90-395 (2003-10-01). Qualité de l'eau – Détermination de l'indice biologique macrophytique en rivière (IBMR) ;
  - NF EN 14184 (2004-04-01). Qualité de l'eau – Guide pour l'étude des macrophytes aquatiques dans les cours d'eau ;

- Poissons rivières :

[32] http://www.afnor.org

- NF T90-344 (2004-05-01, révisée 2011-07-01). Qualité de l’eau – Détermination de l’indice poissons rivière (IPR) ;
- XP T90-383 (2008-05-01). Qualité de l’eau – Échantillonnage des poissons à l’électricité dans le cadre des réseaux de suivi des peuplements de poissons en lien avec la qualité des cours d’eau.

Notions indicatives de coût (prélèvement et détermination) :

- Indice macroinvertébrés aquatiques (benthiques), méthode DCE : 950 € HT ;
- Indice biologique diatomées : 490 € HT ;
- Indice biologique macrophytes en rivière – sans bateau : 900 € HT ;
- Indice biologique macrophytes en rivière – avec bateau : 1170 € HT ;
- Indice poisson en rivière : 1590 € HT.

V - LA MICROBIOLOGIE

5.1 Contexte

En aval des bassins versants, les zones littorales sont soumises à diverses contaminations, dont des apports microbiologiques d'origine humaine ou animale. Ces apports microbiologiques via les cours d'eau ou directement en milieu littoral, concernent principalement, les rejets des stations de traitement des eaux usées, les eaux pluviales urbaines et les eaux de ruissellement liées aux activités agricoles, à la faune sauvage, aux animaux domestiques et tous les dysfonctionnements associés aux structures d'assainissement collectif, autonome et de traitement des rejets agricoles, ou liés à l'absence de structure.

Les zones conchylicoles, de pêche récréative ou de baignade font l'objet de classements sanitaires, fondés sur la qualité microbiologique locale des coquillages ou de l'eau selon le cas.

Aussi, ces zones en aval des bassins versants sont très sensibles à ces apports microbiologiques. En effet, la grande majorité des coquillages en élevage ou de pêche sont des mollusques bivalves filtreurs qui concentrent de 10 à 100 fois les micro-organismes présents dans les eaux et ceci très rapidement, voire en moins d'une heure. Selon les pathogènes et les coquillages, ces concentrations au sein des coquillages peuvent perdurer plusieurs semaines. Les risques sanitaires induits par la présence de pathogènes dans les coquillages, qui pour certains se consomment crus, accentuent ainsi la dangerosité de ces produits, et peuvent conduire à des fermetures temporaires voire à l'interdiction durable d'exploiter des zones de production conchylicole et/ou de pêche récréative. Ces risques sont d'autant plus forts que le littoral subit une constante augmentation de la pression anthropique. L'implication des coquillages dans les épidémies est bien connue depuis plus d'un siècle et des critères de salubrité et de sécurité ont été élaborés au niveau des zones de production et pour les produits mis à la consommation[33]. Ces critères ont permis de réduire considérablement les épisodes de toxi-infections alimentaires collectives déclarées (Tiac). Aujourd'hui ces Tiac déclarées liées à la consommation de coquillages représentent selon les années entre 4 et 7% des Tiac déclarées toutes matrices alimentaires confondues.

Aussi la réduction des risques de contamination microbiologique des zones d'élevage, de pêche récréative et de baignade est un enjeu environnemental, sanitaire et économique majeur pour les territoires littoraux.

5.2 Bactériologie et zones conchylicoles

Le critère bactériologique utilisé, aussi bien pour les produits que pour le classement et la gestion des zones conchylicoles, est l'indicateur de contamination fécale *Escherichia coli (E. coli)*, germe non pathogène de la flore intestinale des animaux et des hommes. La présence d'*E. coli* dans l'eau ou les coquillages représente, par son dénombrement plus ou moins important, une contamination fécale associée ou non à un risque de présence de pathogènes.

Ainsi, plus la présence d'*E. coli* est forte, plus le risque de trouver des pathogènes est élevé.

Les zones d'élevage conchylicole et de pêche professionnelle font l'objet d'une surveillance et d'un classement sur la base des données des réseaux REMI (REseau de surveillance MIcrobiologique) et ROCCH (Réseau d'Observation des Contaminants Chimiques)[34]. Concernant les zones de pêche récréative en dehors des zones de production classées, elles sont surveillées par un réseau mis en place et géré par les Agences Régionales de la Santé (ARS départementale)[35].

---

33 Règlements CE n°854/2004, 1881/2006, 1259/2011

34 http://envlit.ifremer.fr

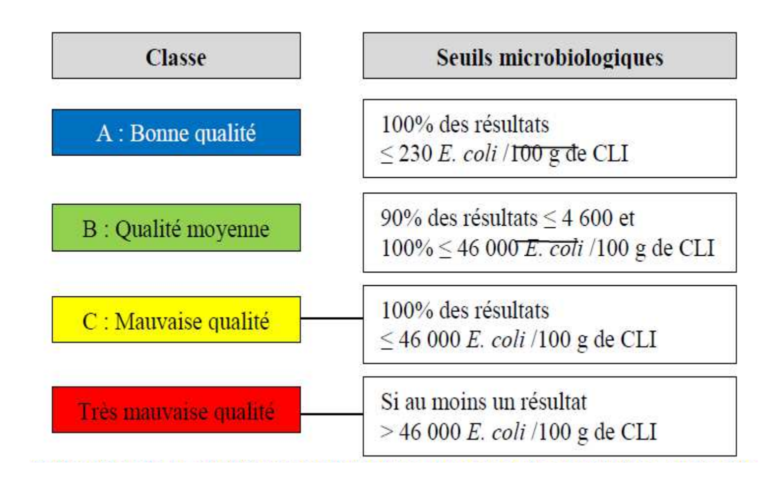
35 http://www.pecheapied-responsable.fr/

Les classements des zones sont basés sur les résultats de la surveillance régulière sur les trois dernières années écoulées. Les produits en élevage :

- peuvent être directement commercialisés, sans aucun traitement en zone A,
- doivent être purifiés en zone B,
- pour les zones C, en l'absence de zone de re-parcage identifiée, ils doivent subir un traitement thermique adapté.

Les zones ne correspondant pas à ces trois niveaux de classement sont interdites à tous les usages. Pour la pêche récréative, celle-ci est autorisée en zone A et tolérée en zone B sous réserve que le pêcheur ait connaissance du niveau de salubrité de la zone de pêche et des recommandations qui y sont liées.

L'estimation de la qualité d'une zone conchylicole est établie selon le cahier des spécifications techniques et méthodologiques REMI[36]. L'estimation de la qualité microbiologique est déterminée en fonction des seuils définis dans le règlement (CE) n°854/2004 dans son annexe II, chapitre 1, point A. Ainsi quatre classes : A : bonne qualité, B : qualité moyenne, C : mauvaise qualité et «très mauvaise qualité», sont définies **(Figure 4)**. La liste des points de surveillance REMI, des zones classées et la mise à disposition des données sont accessibles sur le site 'environnement littoral' d'Ifremer ainsi que les différents bulletins départementaux[37] de suivi annuel REMI [38].



Classe	Seuils microbiologiques
A : Bonne qualité	100% des résultats ≤ 230 *E. coli* /100 g de CLI
B : Qualité moyenne	90% des résultats ≤ 4 600 et 100% ≤ 46 000 *E. coli* /100 g de CLI
C : Mauvaise qualité	100% des résultats ≤ 46 000 *E. coli* /100 g de CLI
Très mauvaise qualité	Si au moins un résultat > 46 000 *E. coli* /100 g de CLI

Figure 4 : Estimation de la qualité microbiologique des zones de production en fonction des seuils microbiologiques fixés par la réglementation.

Pour la pêche à pied récréative, l'ARS détermine une classe intermédiaire « B tendance A » (B->A). Cette dernière correspond à une classe B, mais avec au moins 90% des résultats inférieurs à la valeur de 1000 *E. coli*/100 g de CLI et aucun dépassement de la valeur de 4600 *E. coli*/100 g de CLI.
Pour plus d'information, consulter le site de pêche à pied responsable[39] différents bulletins départementaux de suivi annuel sont téléchargeables

---

[36] http://envlit.ifremer.fr/surveillance/microbiologie_sanitaire/mise_en_oeuvre

[37] IFREMER - **Qualité du milieu marin – Bulletin de la surveillance 2013 :**
Département d'**Ille et Vilaine** & des **Côtes d'Armor :**
http://envlit.ifremer.fr/content/download/81939/580433/version/1/file/bull_dn_2014.pdf
Département du **Morbihan :** http://envlit.ifremer.fr/content/download/81951/580583/version/1/file/bull_tm_2014.pdf
Département du **Finistère :** http://envlit.ifremer.fr/content/download/81935/580383/version/1/file/bull_cc_2014.pdf

[38] http://envlit.ifremer.fr

[39] http://www.pecheapied-responsable.fr

5.3 Suivi Microbiologique

Si une zone de production conchylicole ou de pêche récréative connaît une dégradation en aval d'un bassin versant, sauf si une surveillance existe déjà, un suivi du paramètre *E. coli* dans l'eau pourra être mis en place.
Il est proposé en priorité un protocole d'échantillonnage au niveau des exutoires de BV, en eau douce (station bilan). L'intérêt est d'obtenir au même point si possible des données de débit pour appréhender les flux d'origine fécale et de connaître les valeurs au plus près des zones impactées (variabilités potentiellement fortes entre des valeurs amont-aval sur un même cours d'eau).

Pour la suite, les suivis « microbiologie » doivent s'entendre comme des suivis à faire évoluer dans le temps, en fonction des résultats obtenus antérieurement, des priorités perçues localement, de la configuration et du fonctionnement général du milieu récepteur impliqué, de l'emplacement des zones impactées, etc. Il sera donc important de prévoir un recadrage régulier des objectifs et modalités des suivis opérés sur chaque secteur. Les analyses pourront potentiellement concerner divers types de supports : cours d'eau, exutoires pluviaux, coquillages...
Ainsi, les suivis décrits sont à considérer comme une « première approche », à conduire sur 2 à 3 ans minimum.

Dans le cas d'un suivi simple ayant pour objectif d'acquérir de la connaissance sur la bactériologie ou de phase préparatoire à de la modélisation bassin versant et/ou hydrodynamique, il est recommandé :

- **Au minimum sur 2 à 3 ans :**
  - **Un suivi calendaire à fréquence mensuelle**
  - **+ Un suivi pluie à raison de 12 suivis de crue dans l'année**

	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Total
Suivi calendaire	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	12
Suivi pluie	si possible 12 prélèvements en temps de pluie dans l'année												12
Nombre de prélèvement													**24**

Tous ces prélèvements, en respectant les normes pour l'échantillonnage des eaux pour analyses microbiologiques [40],peuvent être réalisés en même temps que les autres paramètres physico-chimiques.

Les suivis pluviométriques devront être déclenchés dès le constat d'un épisode pluvieux d'au moins 10 mm en 24H mais, selon la réactivité du BV ce critère est à adapter. Eu égard à l'enjeu microbiologie, s'il est important de privilégier avant tout des pluies se déroulant après une période « sèche » provoquant un ruissellement de surface élevé, il ne faut pas négliger les périodes de crues automnales, hivernales et printanières pouvant apporter des flux considérables.
Un délai maximum de 24H devra être respecté entre l'échantillonnage sur le terrain et le démarrage de l'analyse au laboratoire.

Si des contaminations bactériologiques sont observées sur le bassin versant, des outils comme les traceurs de sources microbiennes pourront être utilisés à terme au niveau d'exutoires littoraux et d'exutoires de sous-bassins versant amont, pour déterminer dans les cours d'eau, l'origine humaine

[40] NF EN ISO 19458 Novembre 2006 Qualité de l'eau - Échantillonnage pour analyse microbiologique

ou animale des apports fécaux, par exemple les marqueurs de type *Bactèroidales*, les stanols fécaux, les virus etc.[41]
Ce type de suivi est à mener dans le cas d'un diagnostic plus approfondi. Pour cela, il est recommandé de suivre les indications du guide de juillet 2014 de l'agence de l'eau Loire Bretagne « réduction des pollutions bactériologiques sur les bassins versants littoraux, élaboration des profils de vulnérabilité conchylicole »[42]

<u>Notions indicatives de coût (analyse uniquement, hors échantillonnage et collecte) :</u>

- *E. coli* (ou entérocoques) dans l'eau : entre 15-25 € HT ;
- *E. coli* dans les coquillages : entre 35 et 45 € HT ;
- Recherche de traceurs de sources microbiennes (TSM) dans l'eau : entre 250-350 € HT/ marqueur. Ces marqueurs sont disponibles auprès des laboratoires d'analyses.

[41] Dossier dans la revue Techniques Sciences Méthodes : de l'ASTEE Tracer les pollutions microbiennes dans les eaux, 2012, 5 articles, 3, 13-80 ;
Mauffret et al., 2012 Relevance of Bacteroidales and F-specific RNA bacteriophages for efficient tracing of fecal contamination at catchment level. Applied and Environmental Micorbiology, 78, 5143-5152) ;
Pourcher et al., 2013.Des micro-organismes et des composes chimiques pour identifier les sources de contamination fécale: etude de la persistance en microcosmes et de leur présence dans les eaux à l'échelle d'un bassin versant. Sciences Eaux Territoires, 9, 92-97).

[42] http://www.eau-loire-bretagne.fr/littoral

ANNEXES

ANNEXE 1 - Composition des groupes de travail de la mise à jour du protocole régional de suivi de la qualité des eaux des BV bretons

GT1 « Phosphore, Nitrates, COD » :

- Pierre Aurousseau, Josette Launay (CSEB) ;
- Florentina Moatar (Université de Tours) ;
- Gérard Gruau (CNRS-OSUR, Observatoire des Sciences de l'Univers de Rennes) ;
- Jacky Durocher, Yvon Siou, Yvan Hurvois (AELB) ;
- Géraldine Amblard-Gross, Elsa Perolat (DREAL) ;
- Bruno Liminier (CG35), Vincent Ducros (CG29), Hélène Rolland et Annick Bouedo (CG22), Franck Daniel (CG56) ;
- Florence Massa (CRB) ;
- Bérangère Hennache (BV Frémur-baie de Beaussais et ATBVB) ;
- Laurent Greneux (SMGBO) ;
- François-Xavier Duponcheel (SAGE Couesnon).

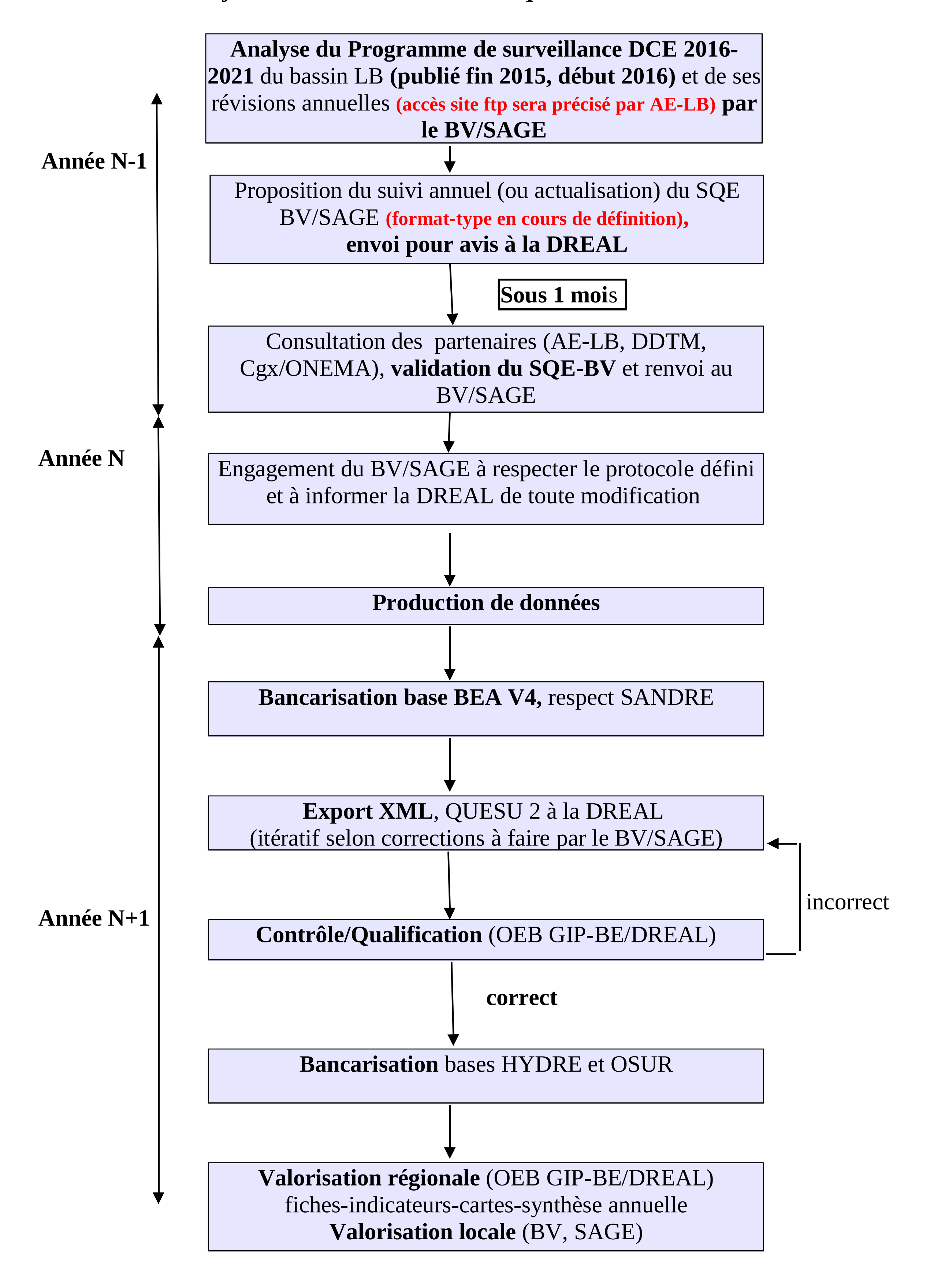
GT2 « Pesticides » :

- Marine Joguet (SAGE Vilaine) ;
- Florence Fernandez (DRAAF) ;
- Eric Bazile (FEREDEC) ;
- Michel Falchier (CRAB) ;
- Pierre Aurousseau, Josette Launay (CSEB) ;
- Jacky Durocher, Yvon Siou, Yvan Hurvois (AELB) ;
- Géraldine Amblard-Gross, Elsa Perolat (DREAL) ;
- Bruno Liminier (CG35), Vincent Ducros (CG29), Annick Bouedo (CG22), Franck Daniel (CG56) ;
- Florence Massa (CRB) ;
- Bérangère Hennache (BV Frémur-baie de Beaussais et ATBVB) ;
- Laurent Greneux (SMGBO) ;
- François-Xavier Duponcheel (SAGE Couesnon).

GT3 « Bactériologie » :

- Jean-Claude Le Saux (IFREMER) ; Michèle Gourmelon (IFREMER) ;
- Pierre Aurousseau, Josette Launay (CSEB) ;
- Sophie Giraud (Rivière de Pénerf) ;
- Laurent Thibault (Ria d'Etel) ;
- Jacky Durocher, Yvon Siou, Philippe Seguin, Yvan Hurvois, Philippe Fera (AELB) ;
- Géraldine Amblard-Gross, Elsa Perolat (DREAL) ;
- Bruno Liminier (CG35), Vincent Ducros (CG29), Annick Bouedo (CG22), Frédéric Onno (CG56) ;
- Florence Massa (CRB) ;
- Bérangère Hennache (BV Frémur-baie de Beaussais et ATBVB).

ANNEXE 2 - « Cycle de vie » de la donnée « qualité des eaux » des BV bretons



Version de Avril 2015

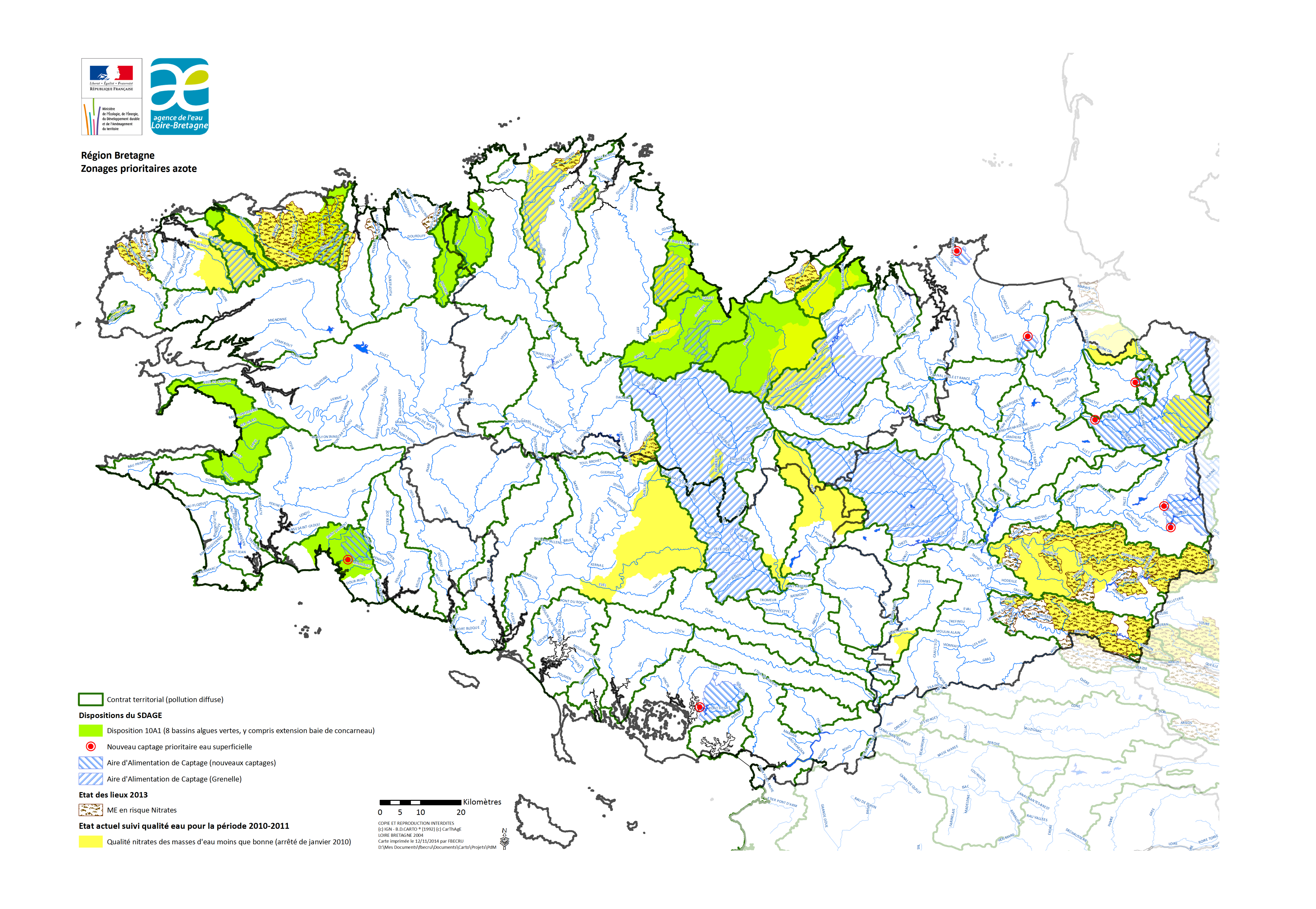
ANNEXE 3 - Cartes des enjeux Azote, Phosphore, Pesticides et bactériologiques (enjeux conchylicoles) en Bretagne

Les cartes d'enjeux azote, phosphore et pesticides sont issues du travail sur l'état des lieux 2013 du SDAGE 2016-2021[43].

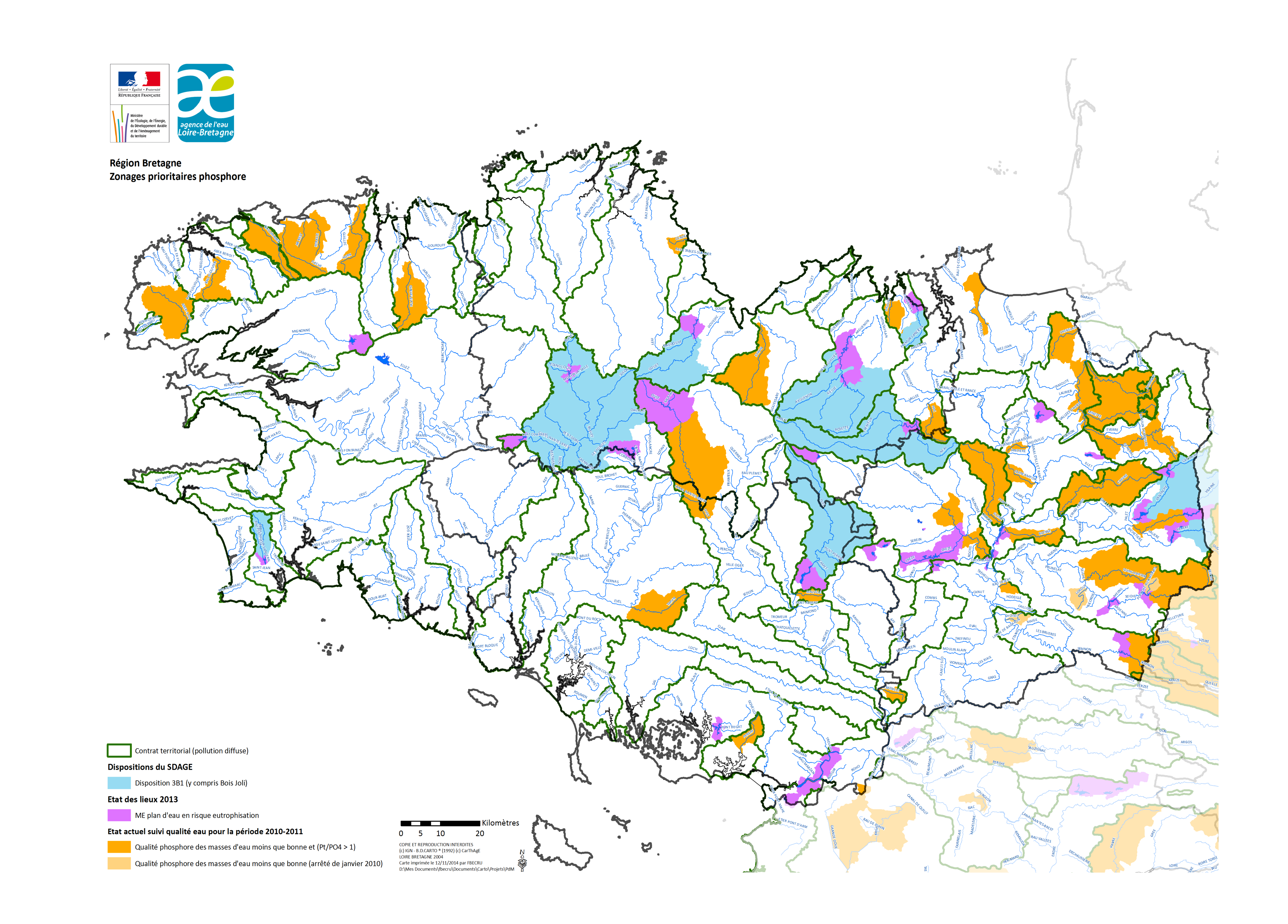
La carte des enjeux conchylicoles est issue des travaux en cours du SDAGE 2016-2021 et de sa disposition 10D « Restaurer et/ou protéger la qualité sanitaire des zones conchylicoles et de pêche à pied professionnelle ». Cette carte est susceptible d'évoluer notamment concernant la définition de la zone d'action (bande littorale des 30 km...)

A noter : ces cartes illustrent les principaux enjeux identifiés à l'échelle du bassin Loire Bretagne. **La mise en place d'un SQE-BV ne peut uniquement tenir compte de ces cartes.** Il est nécessaire de compléter l'identification des enjeux et pressions locales par l'expertise des bassins versants, seule à même permet d'ajuster et de définir au mieux un suivi qualité des eaux représentatif.

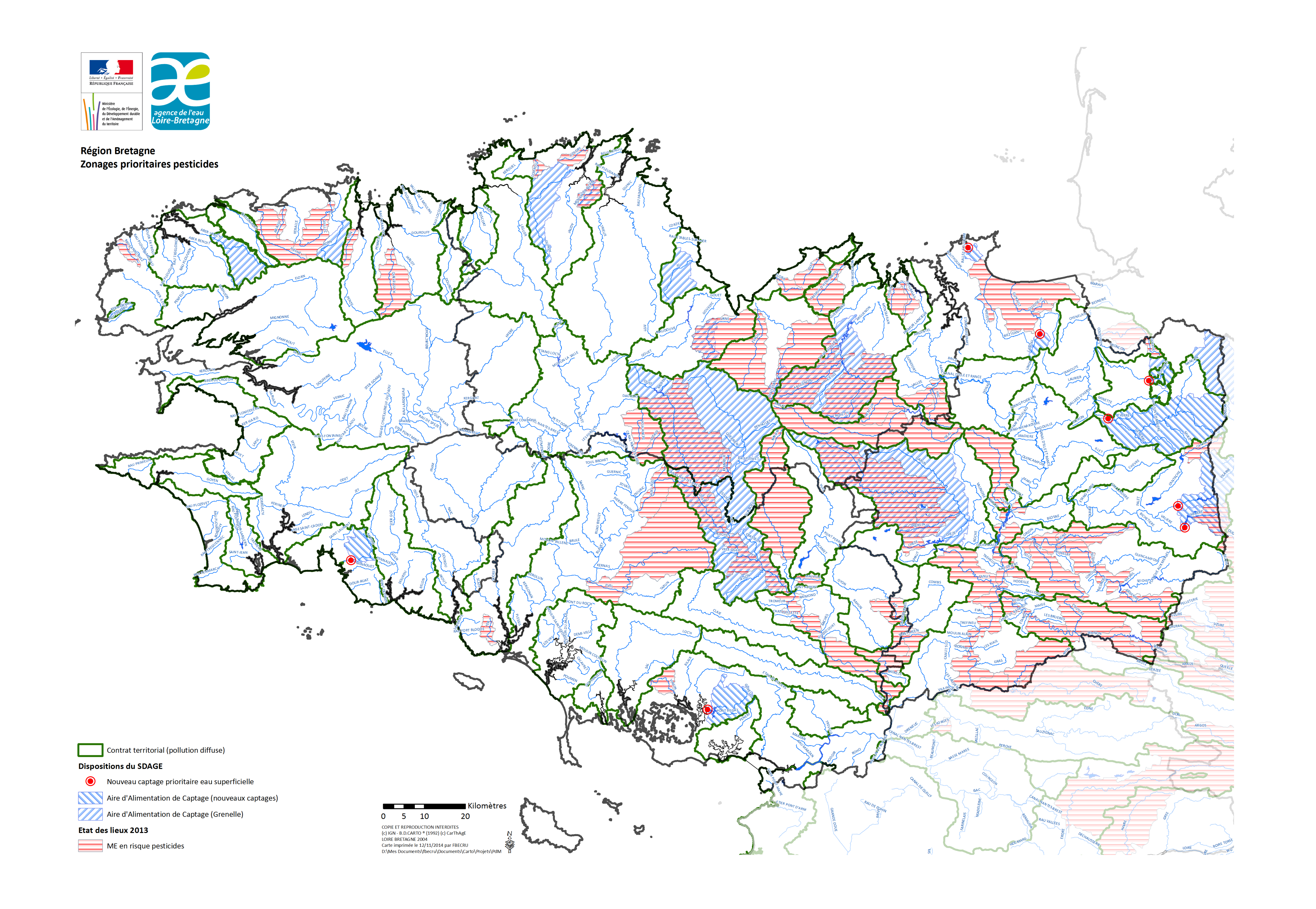
[43] http://www.eau-loire-bretagne.fr/sdage/sdage_2016_2021/etat_des_lieux



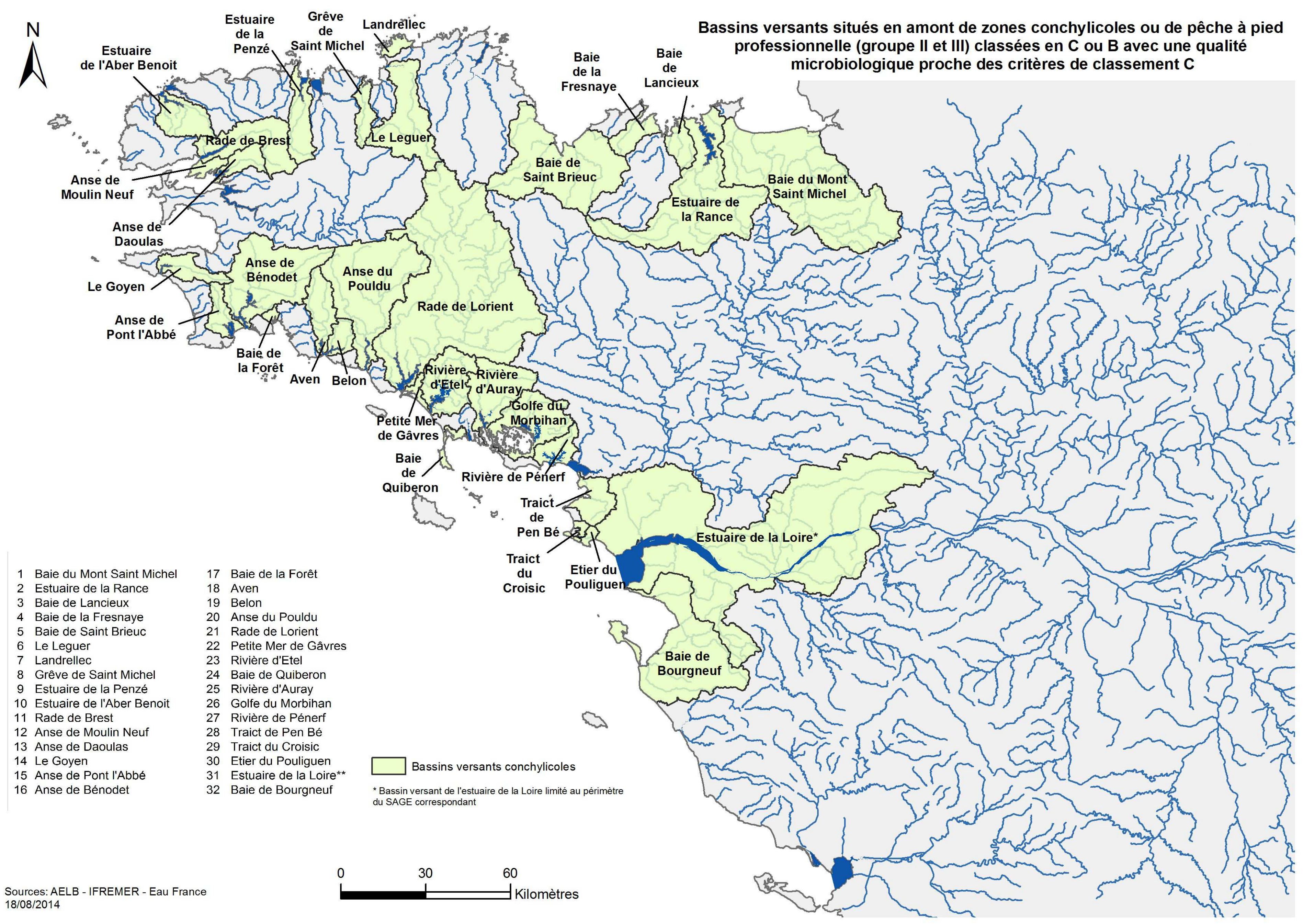
Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire
agence de l'eau Loire-Bretagne
Région Bretagne
Zonages prioritaires azote
Contrat territorial (pollution diffuse)
Dispositions du SDAGE
Disposition 10A1 (8 bassins algues vertes, y compris extension baie de concarneau)
Nouveau captage prioritaire eau superficielle
Aire d'Alimentation de Captage (nouveaux captages)
Aire d'Alimentation de Captage (Grenelle)
Etat des lieux 2013
ME en risque Nitrates
Etat actuel suivi qualité eau pour la période 2010-2011
Qualité nitrates des masses d'eau moins que bonne (arrêté de janvier 2010)
0 5 10 20 Kilomètres
COPIE ET REPRODUCTION INTERDITES
(c) IGN - B.D.CARTO ® (1992) (c) CarThAgE
LOIRE BRETAGNE 2004
Carte imprimée le 12/11/2014 par FBECRU
D:\Mes Documents\fbecru\Documents\Carto\Projets\PdM



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire
agence de l'eau Loire-Bretagne
Région Bretagne
Zonages prioritaires phosphore
Contrat territorial (pollution diffuse)
Dispositions du SDAGE
Disposition 3B1 (y compris Bois Joli)
Etat des lieux 2013
ME plan d'eau en risque eutrophisation
Etat actuel suivi qualité eau pour la période 2010-2011
Qualité phosphore des masses d'eau moins que bonne et (Pt/PO4 > 1)
Qualité phosphore des masses d'eau moins que bonne (arrêté de janvier 2010)
0 5 10 20 Kilomètres
COPIE ET REPRODUCTION INTERDITES
(c) IGN - B.D.CARTO ® (1992) (c) CarThAgE
LOIRE BRETAGNE 2004
Carte imprimée le 12/11/2014 par FBECRU
D:\Mes Documents\fbecru\Documents\Carto\Projets\PdM



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire
agence de l'eau Loire-Bretagne
Région Bretagne
Zonages prioritaires pesticides
Contrat territorial (pollution diffuse)
Dispositions du SDAGE
Nouveau captage prioritaire eau superficielle
Aire d'Alimentation de Captage (nouveaux captages)
Aire d'Alimentation de Captage (Grenelle)
Etat des lieux 2013
ME en risque pesticides
0 5 10 20 Kilomètres
COPIE ET REPRODUCTION INTERDITES
(c) IGN - B.D.CARTO ® (1992) (c) CarThAgE
LOIRE BRETAGNE 2004
Carte imprimée le 12/11/2014 par FBECRU
D:\Mes Documents\fbecru\Documents\Carto\Projets\PdM
N


Bassins versants situés en amont de zones conchylicoles ou de pêche à pied professionnelle (groupe II et III) classées en C ou B avec une qualité microbiologique proche des critères de classement C
N
Estuaire de l'Aber Benoit
Estuaire de la Penzé
Grêve de Saint Michel
Landrellec
Baie de la Fresnaye
Baie de Lancieux
Rade de Brest
Le Leguer
Baie de Saint Brieuc
Baie du Mont Saint Michel
Estuaire de la Rance
Anse de Moulin Neuf
Anse de Daoulas
Anse de Bénodet
Anse du Pouldu
Le Goyen
Rade de Lorient
Anse de Pont l'Abbé
Baie de la Forêt
Aven
Belon
Rivière d'Etel
Rivière d'Auray
Golfe du Morbihan
Petite Mer de Gâvres
Baie de Quiberon
Rivière de Pénerf
Traict de Pen Bé
Estuaire de la Loire*
Traict du Croisic
Etier du Pouliguen
Baie de Bourgneuf
1 Baie du Mont Saint Michel
2 Estuaire de la Rance
3 Baie de Lancieux
4 Baie de la Fresnaye
5 Baie de Saint Brieuc
6 Le Leguer
7 Landrellec
8 Grêve de Saint Michel
9 Estuaire de la Penzé
10 Estuaire de l'Aber Benoit
11 Rade de Brest
12 Anse de Moulin Neuf
13 Anse de Daoulas
14 Le Goyen
15 Anse de Pont l'Abbé
16 Anse de Bénodet
17 Baie de la Forêt
18 Aven
19 Belon
20 Anse du Pouldu
21 Rade de Lorient
22 Petite Mer de Gâvres
23 Rivière d'Etel
24 Baie de Quiberon
25 Rivière d'Auray
26 Golfe du Morbihan
27 Rivière de Pénerf
28 Traict de Pen Bé
29 Traict du Croisic
30 Etier du Pouliguen
31 Estuaire de la Loire**
32 Baie de Bourgneuf
Bassins versants conchylicoles
* Bassin versant de l'estuaire de la Loire limité au périmètre du SAGE correspondant
0
30
60
Kilomètres
Sources: AELB - IFREMER - Eau France
18/08/2014

ANNEXE 4 - Nombre indicatif de stations SQE par bassin versant breton

Nom du BV	Nombre de points max (plus ou moins 2)
Aber Wrac'h	1
Aber Wrac'h aval - Aber Benoit	4
Aff est	6
Aff ouest	4
Anse d'Yffiniac	1
Arguenon	7
Arz	1
Aulne	23
Baie de Douarnenez	7
Baie de la Fresnaye	2
Blavet costarmoricain	16
Chevré	1
Claie	1
Elle-Isole-Laïta	9
Evel	2
Flora Islet	2
Flume	1
Frémur	3
Gouessant	3
Gouët	4
Guindy-Jaudy-Bizien	6
Guinefort	1
Haut Couesnon	7
Haute Rance	3
Horn - Guillec - Kerallé	4
Ic et côtiers	2
Ille et Illet	10

Nom du BV	Nombre de points max (plus ou moins 2)
Kermorvan	1
Leff - Trieux	8
Léguer	2
Lieue de Grève	3
Linon	2
Loc'h et Sal	2
Loisance - Minette	3
Meu	9
Ninian - Léverin	3
Odet	8
Ouest Cornouaille	11
Oust Amont - Lié	11
Oust aval	7
Oust moyen	9
Penzé	3
Quillimadec	1
Rade - Elorn	6
Rance - Faluns	9
Ria d'Etel	8
Rivière de Pénerf	1
Scorff	5
Seiche	14
Semnon	10
Sud Cornouaille	10
Trégor	8
Trevelo	1
Vilaine amont	12
Yvel - Hyvet	4

ANNEXE 5 - Fiche de terrain pour les prélèvements d'eau en rivière

IDENTIFICATION DU PRELEVEMENT		*Valeurs possibles*
NPOINT	Numéro de la station	Code station à 8 chiffres (6 chiffres précédés du code 04 pour Loire Bretagne)
DATE	Date du prélèvement	JJ/MM/AAAA
HEURE	Heure du prélèvement	HH:MN
ORD	Code réseau de mesure	0000000001 (code Sandre correspondant au RNB)

DESCRIPTION DU MILIEU		Code SANDRE	Unité	*Valeurs possibles*		
SEUIL	Prélèvement par rapport à un seuil	1948		*inconnu= 0* *amont seuil = 1*	Prélèvement situé : *aval seuil = 2*	*absence = 3* *entre 2 seuils = 4*
PTPREL	Prélèvement effectué	1947		*dans le courant = 2*	*inconnu= 0* Prélèvement réalisé : *depuis un pont = 3*	*de la rive = 1* *d'une embarcation = 4*
ASPECT	Aspect des abords,	1410		*propre = 1*	*sale= 2*	
IRISATION	Irisations sur l'eau/ présence hydrocarbures	1411		*oui = 1*	*non = 2*	
MOUSSES	Présence de détergents	1412		*oui = 1*	*non = 2*	
FEUILLES	Présence de feuilles, bois	1413		*oui = 1*	*non = 2*	
BOUES	Présence de boues surnageantes	1423		*oui = 1*	*non = 2*	
AUTRES	Présence d'autres corps	1424		*oui = 1*	*non = 2*	
TEINTE	Teinte de l'eau	1739		*incolore = 1* *vert = 4* *jaune-marron = 7* *gris = 10*	*bleu = 2* *vert-jaune = 5* *marron clair = 8* *noir = 11*	*bleu-vert = 3* *jaune = 6* *marron foncé = 9* *blanc = 12*
LIMPIDE	Limpidité	1422		*limpide = 1*	*légèrement trouble = 2*	*trouble = 3*
ODEUR	Odeur	1416		*sans = 1*	*légère = 2*	*forte = 3*
OMBRE	Importance de l'ombre	1415		*absence = 1*	*faible = 2*	*importante = 3*
METEO	Météo	1425		*sec ensoleillé = 1*	*sec couvert = 2*	*humide = 3*
				pluie = 4 *Gel = 7*	*Orage = 5* *sec et très nuageux = 8*	*Neige = 6* *Crépuscule = 9*
SYT.HYD.APP	Situation hydrologique apparente	1726		*inconnu = 0* *basses eaux = 3*	*pas d'eau = 1* *moyennes eaux = 4*	*trous d'eau, flaques = 2* *lit plein ou presque = 5*
				Crue = 6 (à indiquer SYSTEMATIQUEMENT dans le cas d'un Suivi Pluie)		
ECHELLE	Lecture d'une échelle limnimétrique	1429	m			
SECCHI	Lecture d'un disque de Secchi	1332	cm			
TAIR	Température de l'air	1409	°C			
TEAU	Température de l'eau	1301	°C			
PH	pH	1302	unité pH			
O2	Oxygène dissous	1311	mg/l 02			
SATUR	Taux de saturation en oxygène	1312	%			

ANNEXE 6 - Protocole « suivi temps de pluie / temps de crue»

1 - Déclenchement d'un prélèvement temps de pluie/temps de crue :

Une période de crue avec des précipitations entre 8 et 10 mm sur 24 heures déclenche un prélèvement « temps de pluie /temps de crue ».

Le suivi de certains paramètres (pesticides, phosphore...) doit s'effectuer lors des périodes de transfert vers les cours d'eau, c'est-à-dire, selon les préconisations en vigueur depuis 2001, en prélevant après un épisode pluvieux d'au moins 8 à 10 mm.

Dans son audit de l'application du protocole régional par les bassins versants sur la période 2007-2013[44], la DREAL a constaté la difficulté de réaliser ce type de prélèvements « temps de pluie » ou plus exactement « pic de crue ». La difficulté réside dans l'appréciation de la qualité de (ou des) épisode(s) pluvieux et du temps de transfert qui y est rattaché et qui permettent de bien faire coïncider la date et l'heure de prélèvement avec le pic de crue sur un bassin versant donné. La réalisation de prélèvements sur les jours ouvrés seulement nuit également à cette bonne correspondance.

Malgré ces difficultés, il est néanmoins proposé aux structures porteuses de BV de conserver le principe des prélèvements « temps de pluie/temps de crue » selon les principes suivants :

- adopter un mode d'échantillonnage associant des prélèvements « temps de pluie » et des prélèvements calendaires « par défaut » sans épisode pluvieux récent, modulables selon les périodes à risque ;
- bien caractériser les échantillons grâce à la fiche « prélèvements » **(Annexe 5)** quant à sa situation hydrologique apparente en notant « 6 » pour un temps de crue et veiller à ce que cette information soit bien bancariser dans les bases BEA **(Annexes 6 et 7).**

2 - Prévision pluie :

Site gratuit pouvant répondre à l'attente des animateurs en regardant les prévisions de 2/3 communes sur leur BV : **www.meteociel.fr**

Toutes les communes sont représentées, avec trois niveaux de prévisions.

Par exemple, pour la commune de Combourg (35) :

- Prévisions de cumuls prévus heure par heure (modèle météo WRF) à 3 jours (http://www.meteociel.fr/previsions-wrf-1h/12409/combourg.htm)
- Prévisions de cumuls prévus sur 3h (modèle GFS) à 3 jours (http://www.meteociel.fr/previsions/12409/combourg.htm)
- Prévisions de cumuls prévus sur 6h (modèle GFS) à 7 jours (http://www.meteociel.fr/tendances/12409/combourg.htm)

Les données de pluies prévues sortent de modèles bruts (WRF ou GFS) et sont à prendre avec précaution dans certains cas. Sur la base de la connaissance de la réactivité hydrologique du bassin versant et de l'expertise de l'animateur de bassin versant, il reste à déterminer, pour chaque station « bilan », le nombre de mm de pluie déclenchant une campagne de prélèvement « temps de pluie/temps de crue » (au moins 8 mm, entre 8 et 10 mm sur 24 h).

3 - Pluviométrie :

- ✔ Quelques données disponibles sur certaines grandes villes de Bretagne, par exemple sur Quimper :
  - Cumuls relevés heure par heure (http://www.meteociel.fr/temps-reel/obs_villes.php?code2=7201)
  - Cumuls relevés par jour http://www.meteociel.fr/climatologie/villes.php?code=7201

[44] http://www.bretagne.developpement-durable.gouv.fr/evaluation-du-suivi-de-la-qualite-de-l-eau-dans-a2694.html

- ✔ Mise en place de stations météo : la maintenance des stations météo à un coût. Les prévisions étant de plus en plus fiables, il semble plus judicieux de se contenter de ces dernières. A 48h, les modèles sont très fiables, sauf pour les orages ;
- ✔ Réseau DEMETER (réseau national des FREDON/FDGDON de défense des cultures) : accès à différents services (consultations de données, messages d'alerte en fonction de la pluviométrie etc.), **contact : FREDON Bretagne**[45]

4 - Informations sur les débits/hauteurs d'eau temps réel des rivières :

- Débits sur GéoBretagne : http://geobretagne.fr/sviewer/?layers=dreal_b:hydrometrie_qmj&title=Bretagne%20-%20situation%20hydrologique
- Hauteurs d'eau sur GéoBretagne : http://geobretagne.fr/sviewer/?layers=dreal_b%3Ahydrometrie_stations_technique
- VigieCrues (SPC) : http://www.vigicrues.gouv.fr/niv_spc.php?idspc=8

5 - Rappels concernant l'utilisation de la base BEA V4 et la bancarisation :

Tout prélèvement fait en régie et/ou en condition de pluie DOIT être identifié et bancarisé dans BEA :

- **Dans le cas d'un fichier EXCEL :** au moment de l'import dans BEA, **le fichier Excel** provenant par exemple du laboratoire d'analyse **doit avoir :**

- la colonne « Réseau de mesure » renseignée avec le code réseau BV/SAGE pour les données acquises en régie (pas de code « réseau DCE » systématique par défaut) ;

- la colonne « Protocole de mesure » renseignée avec la mention « suivi pluie » ou « suivi calendaire ». Cette colonne ne doit pas être vide. En fonction de l'organisation souhaitée, soit c'est la personne responsable de la bancarisation qui complète le fichier Excel après réception des résultats du laboratoire, soit cette information a été donnée au laboratoire (par exemple via les fiches terrain indiquant la mention « Crue », Annexe 5) qui livre un fichier complet au territoire ;

- **Dans le cas d'un fichier XML, en plus du code réseau du bassin versant ou du SAGE systématiquement renseigné pour les données acquises en régie, l'information concernant les réseaux « suivi pluie » ou « suivi calendaire » doit être intégrée** dans le fichier avec l'un des deux code réseau SANDRE[46] qui existent depuis le 24/11/2011 :

- Suivi pluie : 0400000922 (« réseau de suivi de la qualité des cours d'eau de Bretagne suite à un épisode pluvieux ») ;
- suivi calendaire : 0400000923 (« réseau de suivi de la qualité des cours d'eau de Bretagne à fréquence calendaire »).

[45] FREDON Bretagne, 5 rue Saint-Exupéry, 35235 Thorigné-Fouillard, 02 23 21 18 18, http://www.fredon-bretagne.com
[46] http://www.sandre.eaufrance.fr

ANNEXE 7 - Tableau des bases BEA existantes dans les territoires bretons[47]

BV	Base BEA locale
Aber Benoit Aber Wrac'h aval	bd_CCPA.mdb
Aber Wrac'h	Base_AberWrach_nouvelle.mdb
Aff Est	bd_loc_Aff Est.mdb
Aff Ouest	bd_loc_Aff Ouest.mdb
Airon Beuvron Selune	bd_loc_AIRON.mdb
Arguenon	BEA_Arguenon.mdb
Arz	bd_loc_Arz.mdb
Baie Douarnenez	SAGE_baie_Douarnenez_convertie_février13.mdb
Baie Freysnaye	bv fresnaye_20131112_191924_corr.mdb
Bases de données Trégor	bd_loc_COTIERS TREGOR_v4.mdb
Bases de données Trégor	bd_loc_Dourduff_v4.mdb
Bases de données Trégor	bd_loc_douron_v4.mdb
Bases de données Trégor	bd_loc_jarlot.mdb
Bases de données Trégor	bd_loc_queffleuth_v4.mdb
Blavet Costarmoricain	bd_loc_blavet_v4.mdb
BV ODET	Odet_V2012.mdb
Chevré	Chevré.mdb
Cheze Canut	4-Chèze-Canut.mdb
Claie	bd_loc_Claie .mdb
Elorn	Elorn.mdb
Evel	bd_evel.mdb
Flora Islet	base Islet-Flora 2012.mdb
Flume	flume.mdb
Fremur Baie Baussais	Frémur qualité_conv.mdb

[47] Tableau actualisé à partir des informations disponibles lors de la collecte des bases BEA 2010-2011 et des xml transmis.

BV	Base BEA locale
Gouessant	Gouessant def.mdb
Gouet	Gouët_Piero2012.mdb
Guinefort	BD_Guinefort_corrGH.mdb
Haut Couesnon	2-HautCouesnon.mdb
Haute Rance	3-HauteRance.mdb
Horn Guillec Keralle	SMH_HGK.mdb
Ic Trieux Leff	Ic_401_corrGH.mdb
Ic Trieux Leff	Leff_401_corrGH.mdb
Ic Trieux Leff	Trieux_401_corrGH.mdb
Ille et Illet	Ille et Illet_v4.mdb
Jaudy Guindy Bizien	BEA_4.mdb
Kermorvan	Base-données-eau-kermorvan-1998_2013_20140613_V4.mdb
Leguer	Léguer - Copie.mdb
Linon	bd_loc_linon_essai_20131107_154710_corrGH.mdb
Loc'h et Sal	bd_eau_2013.mdb
Loisance Minette	bv_Couesnon_corrGH.mdb
Meu	Bd_MEU_2013_11_07_corrGH.mdb
Ninian Léverin	bd_loc_Ninian Léverin.mdb
Ouest Cornouaille	SAGE.mdb
Oust amont Lie	bd_loc_SyMEOL.mdb
Penerf	bd_loc_Pénerf_V4.mdb
Penze	PENZE.mdb
Quillimadec	base quillimadec.mdb
Ria d'Etel	ria_etel.mdb
SAGE Couesnon	bv_Couesnon_eau_superficielle_v2013-05-28.mdb
Scroff	BV-Scorff.mdb
Semnon	bd_Semnon.mdb
Sud Cornouaille	Résultats qualité des eaux.mdb
Urne Anse Yffiniac	bd_loc_UrneV2_20131107_corr.mdb
Vilaine Amont	bd_loc_Vilaine-amont_07-10-09.mdb
Yvel et autres	bd_loc_Oust aval.mdb
Yvel et autres	bd_loc_Oust moyen.mdb
Yvel et autres	bd_loc_Yvel-Hyvet_corrGH.mdb
Conseil Général du Finistère	bd_rd29.mdb

ANNEXE 8 - L'outil Pol(f)lux

L'outil « **Système expert Pol(F)lux »** développé par l'Université de Tours permet de répondre à quatre grands objectifs :

1) le calcul des flux saisonniers, annuels et interannuels par une vingtaine de méthodes ;
2) la sélection de la méthode optimale (parmi 8 méthodes couramment utilisées) pour déterminer les flux avec un minimum d'incertitude ;
3) la prédiction des incertitudes dans l'évaluation des flux avec la méthode de la moyenne pondérée par les débits (méthode utilisée par la convention OSPAR) en fonction de la fréquence d'échantillonnage
4) la prédiction d'une fréquence d'échantillonnage optimale pour une incertitude cible souhaitée pour le flux déterminé à l'aide de la méthode OSPAR. Cette fréquence est aussi adéquate pour caractériser les indicateurs de concentration (C90) avec un minimum d'incertitude.

Pour répondre aux objectifs 2, 3 et 4, le système expert Pol(F)lux se base sur deux indicateurs qui déterminent la réactivité hydrologique des bassins versants et la dynamique des macropolluants (NO_3, COD, COT, PO_4, P_{tot}, P_{part}) et des MES échantillonnés :

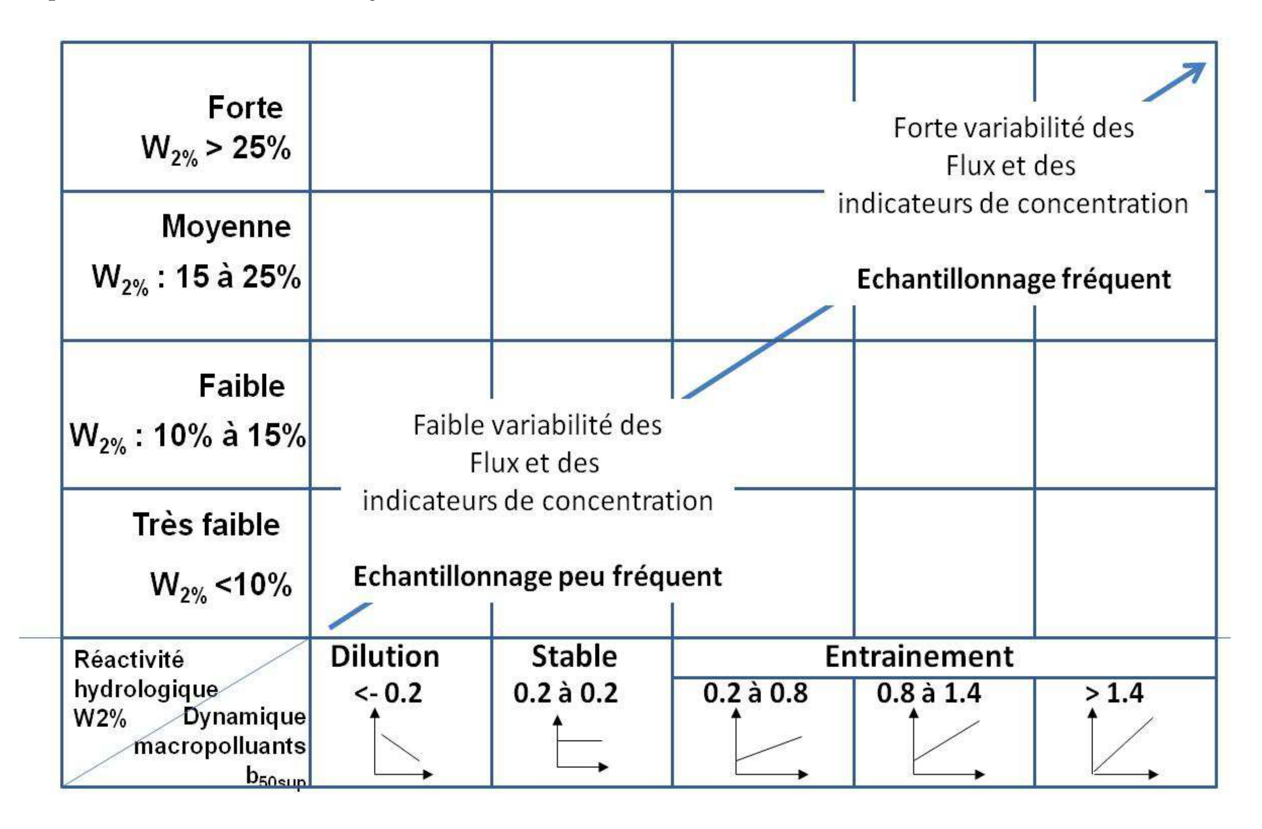
- **la réactivité hydrologique d'un bassin versant en crue est caractérisée par l'indicateur $W_{2\%}$** : Il est déterminé comme étant le pourcentage du volume d'eau qui s'écoule pendant les plus forts débits en 2% du temps annuel (soit 7 jours dans l'année). Il peut être calculé à l'échelle annuelle ou interannuelle. Plus la valeur de $W_{2\%}$ est grande, plus la réactivité hydrologique du cours d'eau est importante et plus les concentrations des macropolluants subissant des variations de concentration fortes lors des crues risquent d'être variables dans le temps. Quatre gammes de réactivité hydrologique sont identifiées : très faible (W2%<10%), faible (10 à 15%), moyenne (15 à 25%) et forte (>25%) ;

- **la dynamique des macropolluants pendant la période de hautes eaux est caractérisée par le coefficient b_{50sup}.** Cet indicateur, qui identifie la variabilité hydrochimique et sédimentologique, permet de classer la dynamique d'un macropolluant donné d'après les relations concentrations-débits en hautes eaux. Le coefficient b_{50sup} correspond à la pente de la régression entre log (concentration) = F (log débit) pour les débits supérieurs au débit médian :
  - un coefficient b_{50sup} inférieur à -0.2 signifie que les concentrations se diluent avec l'augmentation des débits. Il s'agit ainsi d'un processus de « dilution » ;
  - un coefficient b_{50sup}, compris entre -0.2 et +0.2 signifie que les concentrations restent stables quelle que soit l'augmentation des débits ;
  - un coefficient b_{50sup}, supérieur à +0.2 signifie que les concentrations augmentent avec l'augmentation des débits. Il s'agit ainsi d'un processus d'entrainement. Trois gammes d'entrainement sont identifiées : faible (0.2 <b50sup<0.8), moyen (0.8 <b50sup<1.4), fort (b50sup >1.4).

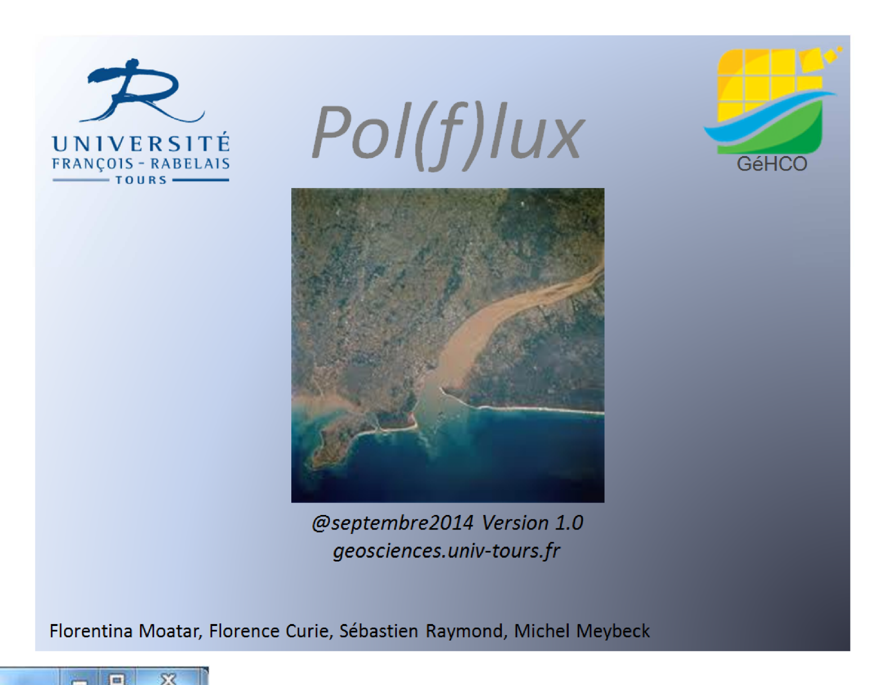
Ces deux indicateurs déterminent la matrice de la variabilité des indicateurs de concentration et de flux. Elle est composée de 20 classes (4 classes de réactivité hydrologique et 5 classes de dynamique des macropolluants). Ainsi, la sélection de la méthode de calcul optimale, la prédiction des incertitudes et des fréquences optimales sont basées sur cette matrice qui est présentée ci-après.

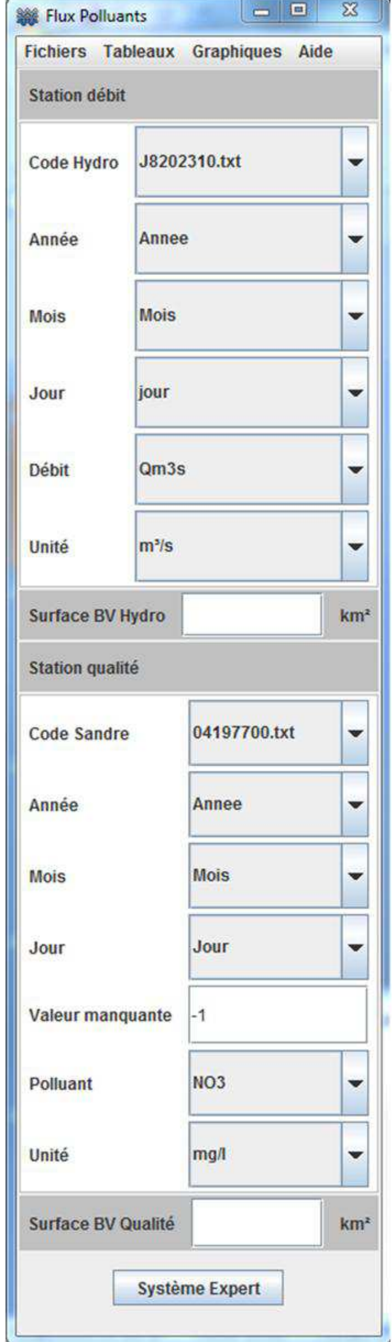
Cet outil a été validé pour des BV de grande taille (>500 km²) et est en cours de test sur plusieurs cours d'eau bretons, souvent de plus petite taille. En Bretagne, l'indice $W_{2\%}$ varie entre 10 et 25 % en moyenne interannuelle, mais à une échelle annuelle la gamme de variation est beaucoup plus importante (les quatre classes de réactivité hydrologique sont représentées). Concernant le b50sup, ce paramètre est soit positif dans le cas de polluants montrant des augmentations de concentration lors des crues (P_{tot}, P_{part}, COD, COT, PO_4, pesticides), et inversement négatif ou proche de zéro dans le cas de polluants présentant des diminutions ou faible variation de concentrations lors de ces mêmes crues (NO_3).
Ce logiciel, mis à disposition gratuitement[48], pourra être utilisé pour mieux caractériser chaque bassin versant et optimiser les fréquences d'échantillonnage pour tout paramètre (sous réserve d'une validation à venir sur les BV inférieurs à 500 km^2).
L'objectif de ces nouveaux indicateurs est de « dimensionner » les réseaux de mesures non seulement en terme de fréquence d'échantillonnage mais aussi en terme de précision voulue/attendue des résultats (degré d'incertitude de calcul de flux par exemple).

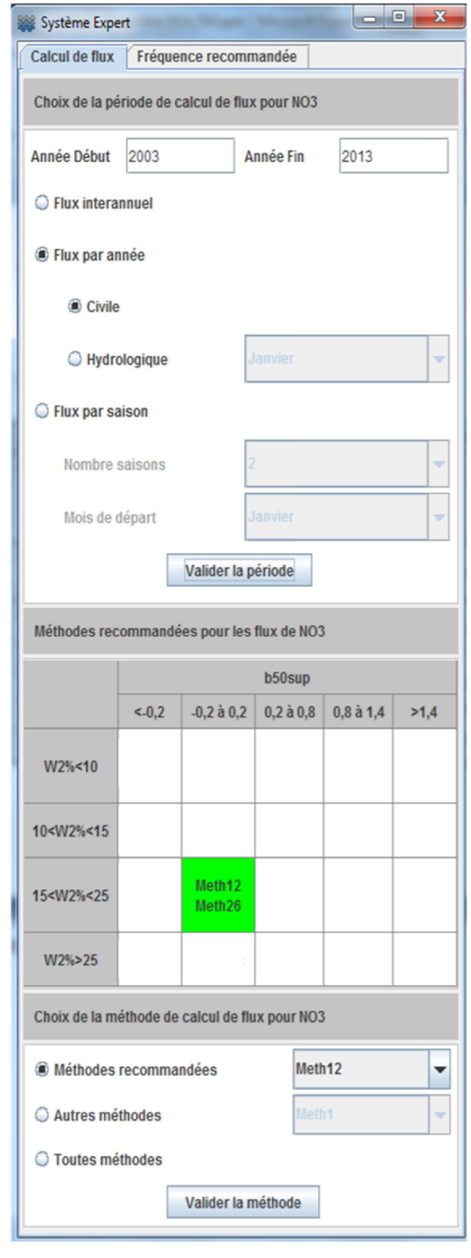
Le logiciel utilise deux fichiers sous format texte : un fichier avec les débits journaliers et un fichier avec les concentrations des macropolluants aux jours de prélèvements. Les figures ci-après présentent des extraits de l'interface du logiciel et un exemple de résultat pour trois paramètres NO_3, PO_4 et Ptot mesurés à une station donnée. Suivant la réactivité hydrologique des années (W2 compris entre 7 et 21%) et suivant la dynamique des macropolluants (b50sup différent suivant les trois paramètres), les fréquences d'échantillonnage optimales pour deux niveaux de précisions sont indiquées dans le tableau de synthèse.



[48] Des sessions de formation pourront être organisées avec l'Université de Tours, sous la responsabilité de Florentina Moatar (florentina.moatar@univ-tours.fr).


UNIVERSITÉ
FRANÇOIS - RABELAIS
TOURS
Pol(f)lux
GéHCO
@septembre2014 Version 1.0
geosciences.univ-tours.fr
Florentina Moatar, Florence Curie, Sébastien Raymond, Michel Meybeck


Flux Polluants
Fichiers Tableaux Graphiques Aide
Station débit
Code Hydro J8202310.txt
Année Annee
Mois Mois
Jour jour
Débit Qm3s
Unité m³/s
Surface BV Hydro km²
Station qualité
Code Sandre 04197700.txt
Année Annee
Mois Mois
Jour Jour
Valeur manquante -1
Polluant NO3
Unité mg/l
Surface BV Qualité km²
Système Expert


Système Expert
Calcul de flux
Fréquence recommandée
Choix de la période de calcul de flux pour NO3
Année Début 2003
Année Fin 2013
Flux interannuel
Flux par année
Civile
Hydrologique
Janvier
Flux par saison
Nombre saisons
2
Mois de départ
Janvier
Valider la période
Méthodes recommandées pour les flux de NO3
b50sup
<-0,2
-0,2 à 0,2
0,2 à 0,8
0,8 à 1,4
>1,4
W2%<10
10<W2%<15
15<W2%<25
Meth12
Meth26
W2%>25
Choix de la méthode de calcul de flux pour NO3
Méthodes recommandées
Meth12
Autres méthodes
Meth1
Toutes méthodes
Valider la méthode

EXEMPLE D'APPLICATION :

Cours d'eau	**OUST Moyen**
Station de suivi Qualité	**4197700**
Station limnimétrique	**J8202310**

Paramètres		**NO3**	**PO4**	**Ptot**
Caractéristiques	$\mathbf{B_{50sup}}$	0,06	0,22	0,39
	$\mathbf{W_{2\%}}$	7 à 21%	7 à 21%	7 à 21%
Méthode optimale de calcul de flux	**Méthode**	M5, M12, M26	M12 ou M26	M12 ou M26
Fréquence d'échantillonnage optimale (suivi régulier) pour un calcul de flux avec …	**imprécision < ± 10%**	7 à 15 jours	5 à 7 jours	3 à 5 jours
	imprécision < ± 20%	15 à 30 jours	15 à 20 jours	10 à 15 jours

ANNEXE 9 - Liste des matières actives à rechercher – Volet « Pesticides »

ANNEXE 10 - Liste des matières actives recherchées dans le réseau ECOPHYTO 2018